

AUS DER
UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK
DEPARTMENT FÜR INNERE MEDIZIN
KLINIK III - HÄMATOLOGIE, HÄMOSTASEOLOGIE, ONKOLOGIE,
STAMMZELLTRANSPLANTATION UND PALLIATIVMEDIZIN
DIREKTOR: PROF. DR. MED. CHRISTIAN JUNGHANß

SICHERHEIT UND WIRKSAMKEIT EINER GERÄTEGESTÜTZTEN
BEWEGUNGSTHERAPIE AUF DIE LEBENSQUALITÄT UND LEISTUNGSFÄHIGKEIT
HÄMATOLOGISCHER UND ONKOLOGISCHER PATIENTEN
– EINE REAL-WORLD-DATENANALYSE ÜBER DREI JAHRE

INAUGURALDISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES
DOKTOR DER MEDIZIN (DR. MED.)
DER
UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK

VORGELEGT VON
MAYA ENGEL | GEB. AM 14.12.1998 IN BERLIN
ROSTOCK | SEPTEMBER 2025
VERTEIDIGT IM APRIL 2026

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00005790

ERSTGUTACHTER: PROF. DR. MED. CHRISTIAN JUNGHAß

EINRICHTUNG: UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK, DEPARTMENT FÜR INNERE MEDIZIN, KLINIK UND POLIKLINIK FÜR HÄMATOLOGIE, HÄMOSTASEOLOGIE, ONKOLOGIE, STAMMZELLTHERAPIE UND PALLIATIVMEDIZIN

ZWEITGUTACHTER: PROF. DR. PHIL. SVEN BRUHN

EINRICHTUNG: UNIVERSITÄT ROSTOCK, INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT

DRITTGUTACHTER: PROF. DR. MED. HAIFA KATHRIN AL-ALI

EINRICHTUNG: DIREKTORIN DES KRUKENBERG-KREBSZENTRUMS HALLE, UNIVERSITÄTSKLINIK FÜR INNERE MEDIZIN IV

GENDER-HINWEIS

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Krebserkrankungen stellen derzeit die zweithäufigste Todesursache in Deutschland dar, und die Zahl der jährlichen Neuerkrankungen steigt weiterhin. Dank verbesserter Diagnostik und individualisierter Therapien nimmt jedoch auch die Überlebensrate stetig zu. Infolgedessen rückte in den letzten Jahren zunehmend die gesundheitsbezogene Lebensqualität (Health-related Quality of Life, HrQoL) in den Fokus der onkologischen Versorgung. Supportive Therapien, insbesondere die Bewegungstherapie, gewinnen dabei an Bedeutung.

Seit den 2000er Jahren ist die Zahl wissenschaftlicher Publikationen zu körperlicher Aktivität und Sport im onkologischen Kontext exponentiell gestiegen. Die Evidenzlage belegt signifikante positive Effekte – etwa in der Krebsprävention, der Linderung von Symptomen wie Angst, Depression und Fatigue, der Verbesserung physischer und psychischer Leistungsfähigkeit, der Steigerung der Lebensqualität sowie der Senkung der Mortalität.

Trotz dieser belegten Vorteile fehlt in Deutschland bislang ein flächendeckendes, strukturiertes bewegungstherapeutisches Angebot für onkologische Patienten. Das Centrum für Integrierte Onkologie Köln entwickelte daher ein evidenzbasiertes Trainingskonzept – die sogenannte Onkologische Trainings- und Bewegungstherapie (OTT®). Basierend auf diesem Modell wurde 2021 an der Universitätsmedizin Rostock die „Hämatologisch-Onkologische Trainingstherapie an Geräten“ (HOT_{Gerät}) eingeführt, um auch in dieser Region ein qualitätsgesichertes Bewegungsangebot zu schaffen.

Die HOT_{Gerät} richtet sich an Patienten mit soliden Tumoren oder hämatologischen Neoplasien – vor, während und nach der Krebstherapie sowie in palliativer Behandlung/bei chronischen Verläufen. Unter fachkundiger Anleitung absolvieren die Teilnehmenden ein kombiniertes Kraft-Ausdauertraining an Geräten. Für Patienten mit (dem Risiko) einer Chemotherapie-induzierte Polyneuropathie wird zusätzlich ein sensomotorisches Trainingsmodul angeboten. Die Intervention umfasst 24 Einheiten, ergänzt durch eine Leistungsdiagnostik zu Beginn und am Ende. Dabei werden unter anderem Patient-Reported Outcomes (PROs), Körperzusammensetzung, Maximalkraft und Ausdauerleistungsfähigkeit erfasst. Nebenwirkungen und Abbruchgründe werden im Verlauf dokumentiert.

Eine erste Zwischenanalyse nach drei Jahren (N = 70) zeigt: Die HOT_{Gerät} ermöglicht ein sicheres Training für Patienten unterschiedlichster Krebsentitäten. Bei einer durchschnittlichen Trainingsdichte von 1,5 Einheiten pro Woche erwiesen sich die eingesetzten FITT-Kriterien (frequency, intensity, time, type) als sehr effektiv. Die Mehrheit der Teilnehmenden konnte ihre Maximalkraft, Ausdauerleistungsfähigkeit und HrQoL verbessern.

Die Ergebnisse dieser Real-World-Datenanalyse unterstreichen das Potenzial der HOT_{Gerät} als sicheres und wirksames bewegungstherapeutisches Angebot in der onkologischen Versorgung.

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	I
TABELLENVERZEICHNIS	II
ANHANGSVERZEICHNIS	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
1. EINLEITUNG.....	1
2. ZIEL- UND FRAGESTELLUNG DER ARBEIT	7
3. METHODEN	8
3.1 STUDIENDESIGN	8
3.2 PRIMÄRE UND SEKUNDÄRE ENDPUNKTE	8
3.3 PATIENTENEINSCHLUSS, EIN- UND AUSSCHLUSSKRITERIEN UND RAHMENBEDINGUNGEN..	8
3.4 ABLAUF DER HOT _{GERÄT} (FITT-KRITERIEN).....	11
3.5 REKRUTIERUNG UND GESAMTABLAUF	13
3.6 MESSMETHODEN	16
3.6.1 KRANKHEITSSPEZIFISCHE DATEN.....	16
3.6.2 KÖRPERLICHE LEISTUNGSDIAGNOSTIK	16
3.6.3 PATIENT REPORTED OUTCOMES.....	18
3.6.4 INTERVENTIONSBEZOGENE DATENERFASSUNG	20
3.7 FALLZAHLKALKULATION	22
3.8 STATISTISCHE ANALYSE	22
4. ERGEBNISSE	23
4.1 PATIENTENKOHORTE.....	23
4.2 DEMOGRAPHISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE.....	24
4.3 KLINISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE	25
4.4 ZUGEWIESENE TRAININGSPROGRAMME, INTERVENTIONSDAUER UND ABBRUCHGRÜNDE	27
4.5 UNERWÜNSCHTE EREIGNISSE	28
4.6 INTERVENTIONSEFFEKTE	28
4.6.1 ERGEBNISSE DER PHYSISCHEN LEISTUNGSDIAGNOSTIK.....	28
4.6.2 PATIENT REPORTED OUTCOMES.....	31

4.7	SUBGRUPPENANALYSEN	34
4.7.1	UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ABSOLVENTEN UND ABBRECHERN DER HOT _{GERÄT}	34
4.7.2	UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ABSOLVENTEN MIT MUSKELMASSEZUNAHME VS. UNVERÄN- DERTER/VERRINGERTER MUSKELMASSE	36
5.	DISKUSSION	39
5.1	CHARAKTERISTIK DER PATIENTEN.....	39
5.2	TRAININGSDAUER UND ABBRECHER	41
5.3	UNERWÜNSCHTE EREIGNISSE	42
5.4	EFFEKTE DER HOT _{GERÄT} AUF DIE KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT	43
5.5	EFFEKTE DER HOT _{GERÄT} AUF DIE HRQOL	45
6.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	48
7.	THESEN	49
8.	LITERATUR.....	50
9.	ANHANG	59

LEBENS LAUF VON CAND. MED. MAYA ENGEL

EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

DANKSAGUNG

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1:	ZIELSTELLUNGEN DER ARBEITSGRUPPE HÄMATOLOGISCHE UND ONKOLOGISCHE TRAININGSTHERAPIE.....	5
ABBILDUNG 2:	BORG-SKALA – BEURTEILUNG DER WAHRGENOMMENEN ANSTRENGUNG.....	12
ABBILDUNG 3:	FITT-KRITERIEN FÜR DAS BASIS TRAINING (A) UND DAS SENSOMOTORIK-TRAINING (B).....	13
ABBILDUNG 4:	PROZEDERE DER HÄMATOLOGISCHEN UND ONKOLOGISCHEN TRAININGSTHERAPIE AN GERÄTEN (HOT _{GERÄT}).....	15
ABBILDUNG 5:	FLUSSDIAGRAMM HÄMATOLOGISCHE UND ONKOLOGISCHE TRAININGSTHERAPIE (HOT _{GERÄT}).....	23
ABBILDUNG 6:	PROZENTUALE VERÄNDERUNG DER SKELETTMUSKELMASSE ZUM AUSGANGSWERT	29
ABBILDUNG 7:	PROZENTUALE VERÄNDERUNG DER MAXIMALKRAFT	30
ABBILDUNG 8:	PROZENTUALE VERÄNDERUNG DER LEISTUNG AUF DEM FAHRRADERGOMETER.....	31

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1	EINSCHLUSSKRITERIEN FÜR DIE TEILNAHME AN DER HOT _{GERÄT}	9
TABELLE 2:	ABSOLUTE KONTRAINDIKATIONEN FÜR DIE TEILNAHME AN DER HOT _{GERÄT}	9
TABELLE 3:	RELATIVE KONTRAINDIKATIONEN FÜR DIE TEILNAHME AN DER HOT _{GERÄT}	10
TABELLE 4:	ASSESSMENTS UND MESSZEITPUNKTE	21
TABELLE 5:	DEMOGRAPHISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE	24
TABELLE 6:	KLINISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE	26
TABELLE 7:	NEBENWIRKUNGEN UND KOMORBIDITÄTEN DER GESAMTKOHORTE	27
TABELLE 8:	INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE KÖRPERZUSAMMENSETZUNG (N=46).....	29
TABELLE 9:	INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE MAXIMALKRAFT	30
TABELLE 10:	INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE KARDIOPULMONALE LEISTUNGSFÄHIGKEIT (N = 43)	31
TABELLE 11:	INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE LEBENSQUALITÄT (N = 47).....	32
TABELLE 12:	INTERVENTIONSEFFEKTE AUF SYMPTOME UND KÖRPERLICHE AKTIVITÄT.....	33
TABELLE 13:	SUBGRUPPENANALYSE DER ABSOLVENTEN UND ABBRECHER DER HOT _{GERÄT}	34
TABELLE 14:	DEMOGRAFISCHE UND KLINISCHE DATEN DER PATIENTEN MIT ERHÖHTER VS. UNVERÄNDERTER/REDUZIERTER FETTFREIER MASSE	36
TABELLE 15:	GEGENÜBERSTELLUNG DER AKTIVITÄTSLEVEL, LEBENSQUALITÄT, MAXIMALKRAFT VOR INTERVENTION UND DIE MAXIMALKRAFTVERÄNDERUNG NACH INTERVENTION DER PATIENTEN MIT ERHÖHTER VS. UNVERÄNDERTER/REDUZIERTER FETTFREIER MASSE	38

ANHANGSVERZEICHNIS

- I. Bogen der ärztliche Unbedenklichkeitsuntersuchung
- II. Patientendatenblatt zu klinischen und soziodemographischen Daten
- III. Fragebogen zur Erfassung der Lebensqualität (EORTC-QLQ-C30, Version 3)
- IV. Fragebogen zur Erfassung der Fatigue (MFI-20)
- V. Fragebogen zur Erfassung der Neurotoxizität (FACT/GOG-NTX-13, Version 4)
- VI. Fragebogen zur Erfassung des körperlichen Aktivitätsniveaus (GSLTPAQ)
- VII. Patientenflyer
- VIII. Publikationen

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bedeutung
AE	Adverse Event
AG	Arbeitsgruppe
BIA	Bioimpedanzanalyse
BORG-Skala	Skala zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfinden
BT	Basistraining
CIPN	Chemotherapie-Induzierte Polyneuropathie
CIO	Centrum für Integrierte Onkologie
EORTC QLQ-C30	European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire (Fragebogen zu Erfassung der Lebensqualität)
ES	Effektstärke
FACT/GOG-NTX-13	Functional Assessment of Cancer Therapy/Gynecologic Oncology Group-Neurotoxicity scale (klinisches Screening für Chemotherapie-induzierte periphere Neuropathie)
F _{max}	Maximalkraft
FFM	Fettfreie Masse
FITT	Akronym für Frequency (Frequenz), Intensity (Intensität), Time (Dauer), Type (Art)
GSLTPAQ	Godin-Shephard Leisure-Time Physical Activity Questionnaire (Fragebogen zur Erfassung der körperlichen Aktivität)
Hf	Herzfrequenz
Hf _{max}	Maximale Herzfrequenz
HOT _{Gerät}	Hämatologische und Onkologische Trainingstherapie an Geräten
HrQoL	Health related Quality of Life
IBIMA	Institute for Biostatistics and Informatics in Medicine and Ageing Research UMR

ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
ICF	International Classification of Function, Disability and Health
MFI-20	Multidimensional Fatigue Inventory (Fatigue-Fragebogen)
MW	Mittelwert
OTT®	Onkologische Trainings- und Bewegungstherapie
P _{max}	Maximale Leistung
POMS	Profile of Mood States (Fragebogen zur Erfassung der aktuellen Stimmung)
PROs	Patient Reported Outcomes
QoL	Quality of Life
rel. P _{max}	Relative maximale Leistung
ROM	Range of Motion (individuelles Bewegungsausmaß)
RPE	Received Perception of Exertion
SAE	Serious Adverse Event
SOP	Standard Operating Procedure
SPSS	Statistical Package of Social Science
SZ	Studienzentrale Hämatologie/Onkologie der UMR
UMR	Universitätsmedizin Rostock
VAS	Visuelle Analog-Skala
VO _{2max}	Maximale Sauerstoffaufnahme
WHO	World Health Organisation
ZIM III	Zentrum für Innere Medizin III

1. EINLEITUNG

Altersassoziierte und chronische Erkrankungen prägen bedingt durch eine kontinuierlich alternde Bevölkerung und den Folgen des westlichen Lebensstils zunehmend unser Gesundheitssystem (1, 2). Aktuell sind die beiden häufigsten Todesursachen in Deutschland in absteigender Reihenfolge Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebserkrankungen, wobei Krebs bei Menschen im Alter von 40 bis 74 Jahren sogar die häufigste Todesursache darstellt (1). Im Jahr 2020 lebten in Deutschland rund 1,6 Millionen Menschen mit einer innerhalb der letzten fünf Jahre diagnostizierten Krebserkrankung. Im selben Jahr kamen etwa 500.000 Neuerkrankungen hinzu (3). Die Zahlen maligner Neubildungen nimmt weiterhin zu, mit anhaltend steigender Tendenz (2, 4). Einer der Gründe hierfür ist die verbesserte Diagnostik, die eine frühzeitigere Erkennung von Krebserkrankungen ermöglicht. Zugleich führen Fortschritte in der Therapie – etwa durch Präzisionsonkologie und individualisierte Behandlungsansätze – zu einer höheren Überlebensrate (2). So sank der Anteil der an Krebs Verstorbenen in den letzten 20 Jahren von 25 % auf 22 % (1) und das durchschnittliche 5-Jahresüberleben nach einer Krebserkrankung liegt mittlerweile bei über 50 % (3). Die dadurch insgesamt gestiegene Zahl an Krebspatienten stellt das Gesundheitssystem vor neue Herausforderungen und verändert die Anforderungen an die Versorgung: Einerseits wächst der Bedarf an geriatrischer Betreuung bei gleichzeitig sinkendem Pflegepotential – insbesondere vor dem Hintergrund einer alternden Bevölkerung und eines gleichzeitig schrumpfenden Pflegepotenzials, ebenfalls infolge des demografischen Wandels. Andererseits bedeuten Arbeitsunfähigkeit, Invalidität oder vorzeitiger Tod erhebliche Verluste an Erwerbsjahren. Diese „verlorenen Erwerbstätigkeitsjahre“ stellen einen ökonomischen Schaden dar und stehen sinnbildlich für den „Burden of Cancer“ – eine Belastung des Gesundheitssystems sowohl finanzieller als auch struktureller Art (2).

Durch die stetige Verbesserung des Gesamtüberlebens bei Krebspatienten über die letzten Jahrzehnte, wird die alleinige Betrachtung des Gesamtüberlebens mehr und mehr durch andere Endpunkte abgelöst. Hierzu zählen beispielsweise physische und psychische Funktionsparameter und die gesundheitsbezogene Lebensqualität, im englischen „Health related Quality of Life“ (HrQoL) der Patienten. In Folge dessen gewannen supportive Therapien, wie Sport, Psychoonkologie oder Ernährungstherapien an Bedeutung und sind mittlerweile integraler Bestandteil in der S3 Leitlinie „Komplementärmedizin in der Behandlung onkologischer Patienten“ (5). Diese Therapien zielen insbesondere auf eine Reduktion krankheits- und therapieassoziierter Symptome sowie auf eine Verbesserung der physischen und psychischen Leistungsfähigkeit ab. Die Evidenz der Empfehlungen ist in einigen Bereichen jedoch noch gering. Dennoch konnten erste Studien zeigen, dass eine verbesserte HrQoL mit einem verlängerten Gesamtüberleben assoziiert ist (6).

Sport und Bewegung wird in der o. g. S3 Leitlinie (5) als Empfehlungsgrad A zur Behandlung und Prävention von krebsspezifischer Fatigue und zur Erhaltung der HrQoL aufgeführt. Zusätzlich dazu existiert eine konsensbasierte Empfehlung zur Vermeidung körperlicher Inaktivität bei Krebspatienten. Empfohlen werden gezielte Übungseinheiten in Form von Ausdauer-, Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining, mit einem wöchentlichen Umfang von mindestens 150 Minuten bei moderater Intensität oder 75 Minuten bei hoher Intensität (5). Diese Empfehlungen sind vergleichbar mit denen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Gesunde und chronisch Kranke (7) und den „alten“ Bewegungsempfehlungen für Krebspatienten und -überlebende des American College of Sports Medicine (ASCM) aus dem Jahr 2010 (7, 8).

Lange Zeit galt körperliche Aktivität bei bestimmten Erkrankungen – insbesondere bei Krebserkrankungen, Herzinsuffizienz und Dialysepflichtigkeit – als kontraindiziert. In anderen Bereichen der Medizin, insbesondere in der Primär- und Sekundärprävention, wurde ihr Nutzen hingegen schon früh erkannt: Bei chronischen Erkrankungen wie Diabetes mellitus oder klinisch stabilen ischämischer Herzerkrankungen ist körperliche Aktivität heute fester Bestandteil der Therapie, da sie nachweislich die HrQoL und körperliche Leistungsfähigkeit verbessert sowie Morbidität und Mortalität senkt (9). In den letzten Jahren hat jedoch ein Paradigmenwechsel stattgefunden: Auch bei onkologischen Erkrankungen, Herzinsuffizienz und Dialysepflichtigkeit belegen mittlerweile zahlreiche Studien die positiven Effekte körperlicher Aktivität (10, 11).

Im Kontext von Krebs gab es in den letzten 25 Jahren einen rasanten Anstieg an Forschungsarbeiten, in denen die Auswirkungen körperlicher Aktivität vor (Prävention), während (Akutphase) und nach einer Krebserkrankung (Rehabilitation) untersucht wurden. Die Anzahl englischsprachiger Publikationen zu dieser Thematik stieg von 2001 bis 2021 exponentiell an, von anfangs etwa 40 Publikationen pro Jahr auf nunmehr fast 500. Die meisten der mittlerweile rund 5.000 vorliegenden Publikationen sind Originalarbeiten mit einem hohen Anteil an randomisierten kontrollierten Studien (RCT).

Obwohl 90 % der in die Analyse einbezogenen Publikationen aus den USA, Kanada, Australien, dem Vereinigten Königreich, China und Deutschland stammen, handelt es sich längst nicht mehr um länderspezifische Forschung, sondern um eine globale Entwicklung (12).

Zahlreiche Forschungsarbeiten belegen die vielfältigen positiven Effekte körperlicher Aktivität im Zusammenhang mit Krebserkrankungen. So konnte gezeigt werden, dass gezielte Bewegung sowohl die körperliche Funktionalität als auch die HrQoL signifikant verbessert (13, 14). Besonders wirksam zeigte sich dabei die Kombination aus Kraft- und Ausdauertraining (15). Darüber hinaus lassen sich durch körperliche Aktivität belastende Begleitsymptome wie die Cancer related Fatigue (CrF) (16) sowie die Chemotherapie-induzierte Polyneuropathie

(CIPN) lindern (17, 18). Studien zeigen zudem, dass angeleitete Trainingsprogramme zu stärkeren Effekten auf HrQoL, körperliche Funktion und CrF führen als eigenständig durchgeführte Bewegungsinterventionen (13, 19).

Neuere Forschungsergebnisse gehen über die reinen symptom- und lebensqualitätsverbessernden Effekte hinaus. Ein aktueller Review legt nahe, dass körperliches Training während neoadjuvanter-, primärer- und adjuvanter Behandlungsphasen die Effizienz von Krebstherapien verbessern könnte (20). Für bestimmte Tumorentitäten ist zudem belegt, dass körperliche Aktivität nicht nur präventiv wirksam ist (9, 21), sondern aufgrund des positiven Einflusses auf endogene Prozesse und damit auf das Tumorwachstum, auch einen Überlebensvorteil bewirken kann (21, 22).

Aufgrund der zahlreichen neuen Erkenntnisse in den letzten beiden Jahrzehnten, wurden die Bewegungsempfehlungen für Krebspatienten des ACSM aus dem Jahr 2010 im Jahr 2018 vollumfänglich überarbeitet. Diese überarbeiteten „Exercise Guidelines for Cancer Survivors“ wurden 2019 publiziert (23). Entsprechend diesen Empfehlungen sollten Krebspatienten und -überlebende dreimal wöchentlich je 30 Minuten Ausdauertraining mit moderater Intensität und zusätzlich zweimal wöchentlich 20 bis 30 Minuten ein Krafttraining aller großen Muskelgruppen durchführen (23, 24). Um die Sicherheit beim Training zu gewährleisten, empfehlen die Autoren die sogenannten „FITT-Kriterien“ individuell an die aktuellen Gegebenheiten, darunter der physischen und kognitiven Leistungsfähigkeit, dem Gesundheitszustand, den Therapiezielen, und Präferenzen der Patienten, anzupassen. Das Akronym FITT steht hierbei für frequency, intensity, time und type (8).

Angesichts der moderaten bis starken Evidenz für die positiven Effekte körperlicher Aktivität in der Krebstherapie sprechen sich die Autoren der Leitlinie für ein aktives Handeln aus – ein deutlicher „Call to Action“. Dem „Call to Action“ folgend, wird in Deutschland aktuell an der S3-Leitlinie „Bewegungstherapie bei onkologischen Erkrankungen“ gearbeitet.

Ziel der Leitlinie ist es, die Bewegungstherapie als integrativen Bestandteil einer interdisziplinären onkologischen Behandlung zu etablieren und zum abrechenbaren Standard zu machen, denn trotz der überwiegend guten Studienlage haben Patientinnen und Patienten kaum Zugang zur Regelversorgung, da Kostenträger diese in der ambulanten Phase bislang nicht ermöglichen. (25)

Das Zitat verdeutlicht, dass trotz vielfältiger positiver Effekte und starker Evidenz, aktuell kein flächendeckendes standardisiertes Trainingskonzept in Deutschland existiert. Bundesweit einheitlich finanziert über die gesetzliche Krankenkasse wird derzeit neben der Prävention ausschließlich die Rehabilitation. Letzteres darf erst nach Abschluss der medizinischen Behandlung begonnen werden und ist unter Ausschluss von Gerätetraining durchzuführen (26).

Das Centrum für integrierte Onkologie in Köln (CIO Köln) hat aufgrund des fehlenden Angebots an standardisierten Trainingskonzepten für onkologischen Patienten ein „personalisiertes bewegungstherapeutisches Konzept im „ICF“-Schema“ entworfen (27). Die Abkürzung „ICF“ steht für „International Classification of Function, Disability and Health“ und ist ein Klassifikationssystem der WHO, um Körperfunktionen, Körperstrukturen, Aktivitäten und Partizipation sowie Umweltfaktoren zu bewerten (28). Das personalisierte Bewegungsprogramm „Onkologische Trainings- und Bewegungstherapie“ (OTT®), greift im Sinne der Rehabilitationskette sowohl vor und während der Krebstherapie als auch in der Nachsorge und bei chronischen/palliativen Verläufen. In der OTT® werden spezifische Therapieziele, angepasst an Tumorentität und Gesundheitszustand des Patienten, festgelegt. Die Basis der OTT® bildet ein kombiniertes Kraft-Ausdauertraining an Geräten, ergänzt um einzelne Module, die additiv durchgeführt werden, sofern die Notwendigkeit gegeben ist, z. B. ein Schließmuskeltraining bei Harninkontinenz oder ein Sensomotoriktraining bei CIPN. Zur evidenzbasierten Qualitätssicherung wird das OTT®-Konzept kontinuierlich auf Basis neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse weiterentwickelt. Das CIO-Köln bietet zweimal jährlich OTT®-Aus- und Fortbildungen an, die von Bewegungstherapeuten aus ganz Deutschland und den Anrainerstaaten besucht werden können. Ziel der OTT® ist nicht nur, den gesundheitlichen Nutzen für die Patienten zu fördern, sondern auch das Gesundheitssystem zu entlasten. Durch die nachgewiesenen positiven Effekte körperlicher Aktivität können der Therapie- und Pflegebedarf reduziert sowie die Hospitalisierungsraten gesenkt werden (27).

Damit auch Krebspatienten in Mecklenburg-Vorpommern von qualifizierten Bewegungsangeboten profitieren können, erfolgte in den letzten Jahren der Aufbau und die Implementierung der OTT® an der Klinik für Hämatologie, Hämostaseologie, Onkologie, Stammzelltherapie und Palliativmedizin am Department für Innere Medizin (ZIM III) der Universitätsmedizin Rostock (UMR) unter dem Namen „Hämatologische und Onkologische Trainingstherapie an Geräten“ (HOT_{Gerät}). Begonnen hatte das Vorhaben im Jahr 2016 mit der Ausbildung einer Physiotherapeutin und einer Sportwissenschaftlerin zu zertifizierten OTT®-Therapeutinnen am CIO Köln. Bedingt durch fehlende Trainingsräumlichkeiten/ -geräte und Finanzierungsmöglichkeiten konnte jedoch nicht unmittelbar nach der Zertifizierung der Therapeuten die HOT_{Gerät} an der UMR in Rostock umgesetzt werden.

Im Jahr 2020 erhielt die ZIM III nach Antragstellung eine Anschubfinanzierung durch die Krebsgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern für den Aufbau der Hämatologischen und Onkologischen Trainingstherapie (HOT), welche die HOT_{Gerät} beinhaltet (Abbildung 1). Diese Gelder stammten aus Spenden der Benefizaktion „Hand in Hand für Norddeutschland“, welche im Jahr 2019 für Menschen mit Krebs und deren Familien vom Norddeutsche Rundfunk durchgeführt wurde. Für die Umsetzung des Vorhabens wurde an der ZIM III die gleichnamige Arbeitsgruppe (AG) – AG HOT ins Leben gerufen. Die AG HOT verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele:

1. Den Aufbau der HOT_{Gerät} am Standort Rostock analog der OTT® inklusive Strukturen, die eine nachhaltige Versorgung der Krebspatienten in und um Rostock ermöglichen.
2. Die Versorgung onkologischer Patienten, die die Angebote in Rostock aufgrund ihres Wohnortes nicht oder nur eingeschränkt nutzen können. Die Versorgung soll ermöglicht werden u. a. durch Sprechstunden, Informationsmaterialien und die Bereitstellung allgemeiner und individueller Trainingspläne für das wohnortnahe Training.

Hämatologische und Onkologische Trainingstherapie (HOT)

Zentrum für Innere Medizin, Klinik III

Direktor: Prof. Dr. med. Christian Junghanß

Fachliche Leitung: Dr. phil. Sabine Felser

Training an Großgeräten

HOT_{Gerät}



regional in Rostock

Heimtrainingsprogramme

HOT_{home-based}



überregional: in ganz MV

Aufgaben / Ziele:

Koordination, Durchführung und Evaluation von Trainingsmaßnahmen,
Analyse neuartiger Interventionen - Optimierung des Versorgungskonzepts,
Erstellen von Trainingsmaterialien,
Durchführung von Informationsveranstaltungen

ABBILDUNG 1: ZIELSTELLUNGEN DER ARBEITSGRUPPE HÄMATOLOGISCHE UND ONKOLOGISCHE TRAININGSTHERAPIE

Regional wie überregional arbeitet die AG HOT eng mit Krebsselfhilfegruppen und deutschlandweiten Patientennetzwerken zusammen. Krebspatienten und deren Angehörige werden in Rahmen von Vorträgen und Patiententagen über die Bedeutung körperlicher Aktivität aufgeklärt und über neue Erkenntnisse informiert. Neben der Durchführung evidenzbasierter Trainingsmaßnahmen wie die HOT_{Gerät}, konzipiert und evaluiert die AG HOT im Rahmen von Forschungsprojekten eigene Trainingskonzepte für ausgewählte Patientenkohorten, um das Versorgungsangebot zu optimieren.

Der Aufbau der HOT_{Gerät} erfolgte in Kooperation mit dem Olympiastützpunkt Rostock, welcher seit 2020 Räumlichkeiten für das Training zur Verfügung stellt, die bis heute (Stand 08/2025) kostenlos genutzt werden können. In der kliniknahen Laufhalle am Leichtathletikstadion wurden durch den Neubau eines Kraftraumes hochmoderne Trainingsmöglichkeiten für die Spitzensportler in Rostock geschaffen. Der Kraftraum, der unter anderen einen milon® Kraftzirkel enthält, wurde im August 2020 feierlich eröffnet. Nach der Einarbeitung in die Handhabung der Krafttrainingsgeräte erfolgte Ende 2020 bis Februar 2021 eine Pilotphase der HOT_{Gerät} entsprechend dem Studienprotokoll. Bedingt durch die Corona-Pandemie verzögerte sich die Umsetzung der HOT_{Gerät} nach Beendigung der Pilotphase erneut. Erst im Mai 2021 konnte unter Einhaltung festgelegter Hygienemaßnahmen mit der HOT_{Gerät} begonnen werden. Während im ersten Jahr mit einer Trainingsgruppe für maximal fünf Patienten gestartet wurde, existieren seit Juni 2022 zwei Gruppen.

Die Teilnahme an der HOT_{Gerät} ist, wie im OTT®-Konzept vorgesehen, für hämatologische und onkologische Patienten vor, während und nach Abschluss der medizinischen Therapie möglich. Ebenso haben Patienten mit chronischen Verläufen und unter palliativer Therapie die Möglichkeit am Versorgungskonzept teilzunehmen. Teilnahmevoraussetzung ist eine ärztliche Unbedenklichkeit.

Da die Auswahl der FITT-Kriterien in der HOT_{Gerät} analog der OTT® auf Forschungsergebnisse vorrangig aus RCTs beruhen und bislang nur wenige „Real-World“ Daten vorliegen, werden die Sicherheit und die Wirksamkeit der HOT_{Gerät} im Rahmen einer Begleitstudie evaluiert. Zum Einsatz kommen standardisierte Leistungstests und validierte Fragebögen zur Erfassung sog. „Patient Reported Outcomes“ (PROs). Die Tests wurden so ausgewählt, dass sie sich gut in die Trainingsroutine integrieren lassen.

2. ZIEL- UND FRAGESTELLUNG DER ARBEIT

Nach drei Jahren HOT_{Gerät} an der UMR werden die unter „Real-World“-Bedingungen erhobenen Daten ausgewertet, um die Sicherheit und Wirksamkeit des Trainings zu beurteilen und (sofern erforderlich) Maßnahmen zur Optimierung zu diskutieren.

Konkrete Fragestellungen sind:

- i. die Analyse der Abbruchquote inkl. Gründe
- ii. die Analyse der Adhärenz in Bezug auf die Trainingshäufigkeit
- iii. die Beurteilung der Sicherheit, anhand erfasster Adverse Events (AEs)
- iv. die Analyse der Effekte der HOT_{Gerät} auf die Körperzusammensetzung, die Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit, das körperliche Aktivitätsniveau sowie auf die HrQoL.

Hypothesen:

Hypothetisiert wird, dass durch die HOT_{Gerät} sowohl die Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit als auch die HrQoL verbessert werden und das körperliche Aktivitätsniveau der Teilnehmer zunimmt.

3. METHODEN

3.1 STUDIENDESIGN

Bei der Studie handelt es sich um eine quasi-experimentelle Interventionsstudie im „Ein-Gruppen Pre-Post-Design“.

3.2 PRIMÄRE UND SEKUNDÄRE ENDPUNKTE

Es lassen sich primäre und sekundäre Studienziele abgrenzen, die als Grundlage für die Ableitung potentieller Anpassungen im Ablauf der HOT_{Gerät} dienen.

Als primäres Studienziel wurden die Auswirkungen der HOT_{Gerät} auf die HrQoL der Patienten untersucht. Die sekundären Studienziele umfassen patientenzentrierte und organisatorische Parameter, die nachfolgend aufgeführt sind:

- Abbruchquote inkl. Abbruchgründe
- Trainingszeitraum (Zeit von 1. Trainingseinheit bis 24. Trainingseinheit)
- Anzahl unerwünschter Ereignisse, sog. Adverse Events (AEs)
- Veränderung der Körperzusammensetzung
 - Body Mass Index
 - Fettmasse
 - Körperfettanteil
 - viszerales Fett
 - Skelettmuskelmasse
- Veränderung der Maximalkraft der trainierten Muskelgruppen
- Veränderung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit
- Interventionseffekte auf die Symptome CrF und CIPN
- Veränderung des körperlichen Aktivitätsniveaus

3.3 PATIENTENEINSCHLUSS, EIN- UND AUSSCHLUSSKRITERIEN UND RAHMENBEDINGUNGEN

Die Studie wird von der ZIM III der UMR durchgeführt. Der erste Patient wurde am 15. April 2021 in die Studie eingeschlossen. Für die Teilnahme an der HOT_{Gerät} wurden Ein- und Ausschlusskriterien definiert. Zu den Einschlusskriterien gehören u. a. ein Alter von mindestens 18 Jahren sowie eine ICD-Diagnose gemäß C00*-C97* (maligne Neoplasie) oder D47 (Sonstige Neubildungen unsicheren oder unbekannten Verhaltens des lymphatischen, blutbildenden

und verwandten Gewebes). Damit die Teilnehmer die Instruktionen der Therapeuten verstehen und umsetzen können, werden ausreichend deutsche Sprachkenntnisse vorausgesetzt. Alle Einschlusskriterien sind in Tabelle 1 aufgeführt.

TABELLE 1 EINSCHLUSSKRITERIEN FÜR DIE TEILNAHME AN DER HOT_{GERÄT}

Einschlusskriterien
Alter ≥ 18 Jahre
Vorliegen einer Erkrankung laut ICD-10: C00* – C97* und D47
Ausreichend deutsche Sprachkenntnisse, um den Anweisungen der Therapeuten Folge leisten zu können
Der Patient muss körperlich und psychosozial dazu in der Lage sein, an dem Versorgungsmodell teilzunehmen - Unbedenklichkeitsbescheinigung durch einen Facharzt für Hämatologie und Onkologie

Um die Sicherheit des Trainings zu gewährleisten, wurden absolute- und relative Kontraindikationen festgelegt, welche den Tabellen 2 und 3 zu entnehmen sind.

TABELLE 2: ABSOLUTE KONTRAINDIKATIONEN FÜR DIE TEILNAHME AN DER HOT_{GERÄT}

Absolute Kontraindikationen
Nicht-einwilligungsfähige Patienten
Akute Infektionskrankheiten (Fieber, Atemwegsinfekte, lokale Infekte wie z. B. vereiterter Zahn)
Frische Wunden (auch nicht abgeschlossene Wundheilung nach Operation)
Frischer Myokardinfarkt (<4 Wochen)
Instabile Angina pectoris
Klinisch relevante Herzinsuffizienz (NYHA III und IV)
Höhergradige Klappenvitien
Nicht kontrollierbare Herzrhythmusstörungen (inkl. AV Block III°)
Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (Stadium III und IV nach GOLD, exazerbierte COPD)
Frische Thrombose/Lungenembolie
Neue starke Schmerzsymptomatik
Hämoglobinwert < 4,8 mmol/l
Thrombozyten < 20 Gpt/l

TABELLE 3: RELATIVE KONTRAINDIKATIONEN FÜR DIE TEILNAHME AN DER HOT_{GERÄT}

Relative Kontraindikationen
Arthrose (je nach Schweregrad ggf. Belastungsreduktion)
Rheumatologische Erkrankung (nach Aktivitätsgrad)
Hypertonie (wenn nicht stabil eingestellt)
Diabetes mellitus (bei unzureichender Einstellung)
Elektrolytentgleisungen (wenn nicht ausgleichbar) • Hypercalzämie >2,6 mmol/l • Hypokaliämie <3,2 mmol/l • Hyperkaliämie >5 mmol/l • Hyponatriämie <130 mmol/l • Hybernatriämie >148 mmol/l
Asthma bronchiale (bei akutem Schub)
Akute Allergien
Neutropenie (kein Gruppentraining möglich)
Periphere arterielle Verschlusskrankheit

Bei Vorliegen von absoluten Kontraindikationen ist eine Teilnahme an der HOT_{Gerät} nicht möglich. Bei dem Vorhandensein relativer Kontraindikationen wird das individuelle Risiko durch den einschließenden Facharzt für Hämatologie und Onkologie bewertet. Die Beurteilung richtete sich hierbei nach dem Schweregrad der Erkrankung sowie der Dauer der Symptomatik. Prinzipiell ist bei Vorliegen von relativen Kontraindikationen eine Teilnahme an der HOT_{Gerät} möglich, da insbesondere kurzzeitige Über- oder Unterschreitungen der definierten Laborparameter bei onkologischen Patienten therapiebedingt auftreten können und keinen generellen Ausschluss von physischen Trainingsinterventionen darstellen. Bei Vorhandensein von Arthrosen, rheumatologischen Erkrankungen oder Neutropenien, wird das Trainingsprogramm in Absprache mit dem behandelnden bzw. einschließenden Arzt angepasst und/oder ausgewählte Leistungsdiagnostiken (z. B. Maximalkrafttest oder Ausbelastungstest auf dem Fahrradergometer) weggelassen.

Ethikvotum und Registrierung

Vor Beginn der Rekrutierung wurde ein positives Ethikvotum der medizinischen Fakultät der Universität Rostock eingeholt (Ethikvotum vom 22.09.2020, A-2020-0211, Amendement 1 vom 05.11.2021, Amendement 2 vom 18.01.2023). Die Studie wurde beim Deutschen Register für Klinische Studien registriert (DRKS00023912, Registrierungsdatum: 23.12.2020). Die Studierendurchführung erfolgte gemäß der Deklaration von Helsinki im Jahr 1964 und seiner späteren

Amendements (29). Die teilnehmenden Patienten gaben ihr schriftliches Einverständnis, dass ihre Daten zu Forschungszwecken verwendet werden dürfen.

3.4 ABLAUF DER HOT_{Gerät} (FITT-KRITERIEN)

Wie einleitend beschrieben, basiert die HOT_{Gerät} auf dem OTT[®]-Programm des CIO Köln. Die HOT_{Gerät} umfasst 24 Trainingseinheiten und beinhaltet im Wesentlichen ein kombiniertes Kraft-Ausdauer-Training an Geräten, das sog. Basistraining (BT). Angestrebt wird ein zweimaliges Training pro Woche.

Die HOT_{Gerät} wurde während des Beobachtungszeitraums im Kraftraum des Olympiastützpunktes Mecklenburg-Vorpommern in der Laufhalle am Leichtathletikstadion durchgeführt. Die Trainingszeiten waren montags und freitags zwischen 11:00 und 13:00 Uhr. Fiel ein staatlicher Feiertag auf einen Trainingstag wurde versucht das Training auf einen anderen Wochentag zu verlegen. Zwischen Weihnachten und Neujahr fand kein Training statt. Die HOT_{Gerät} wird von qualifizierten und OTT[®]-zertifizierten Therapeuten mit einem Therapeuten-Patienten Verhältnis von 1:5, geleitet.

Das BT beinhaltet wie eingangs geschrieben ein kombiniertes Kraft-Ausdauertraining. Das Krafttraining umfasst dabei das Training an folgenden Krafttrainingsmaschinen: Beinstrecker, Beinbeuger, Bauchpresse, Rückenstrecker, Rudern im Sitzen und Brustpresse. Alle sechs Übungen wurden an computergesteuerten Krafttrainingsgeräten der Marke milon[®] Q (milon industries GmbH, Emersacker, Deutschland) durchgeführt. Jedes Gerät verfügte über ein Display, das ein interaktives Live-Feedback zur Bewegungsausführung gibt. Die Einstellungen der Sitzposition und des Bewegungsumfangs (range of motion, ROM) wurden individuell an die anthropometrischen Gegebenheiten angepasst. Der Widerstand wurde automatisch auf Grundlage der ermittelten Maximalkraft berechnet und konnte jederzeit manuell angepasst werden. Die Intensität wurde anhand der 15-stufigen BORG-Skala (6 = sehr, sehr leicht, 20 = maximale Anstrengung, Abbildung 2) gesteuert, welche das subjektive Anstrengungsempfinden (Received Perception of Exertion –RPE) misst. Empfohlen wurde ein Krafttraining mit moderater bis starker Intensität (BORG 14 bis 16). Der Widerstand wurde im Verlauf entsprechend der Kraftentwicklung kontinuierlich individuell angepasst.

Das Ausdauertraining umfasste im BT einzelne Blöcke mit 4-minütigen Belastungsintervallen bei moderater Intensität (BORG 12 bis 14) auf dem Fahrradergometer. War ein Training auf dem Fahrradergometer nicht möglich (z. B. bei Zustand nach Operationen im Genitalbereich) wurde das Ausdauertraining auf dem Laufband in Form von zügigem Gehen durchgeführt.

Ausdauertraining

6	
7	Sehr, sehr leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Recht leicht
12	
13	Etwas anstrengender
14	
15	Anstrengend
16	
17	Sehr anstrengend
18	
19	Sehr, sehr anstrengend
20	

Krafttraining

6	
7	Sehr, sehr leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Recht leicht
12	
13	Etwas anstrengender
14	
15	Anstrengend
16	
17	Sehr anstrengend
18	
19	Sehr, sehr anstrengend
20	

ABBILDUNG 2: BORG-SKALA – BEURTEILUNG DER WAHRGENOMMENEN ANSTRENGUNG

Grün = empfohlener Trainingsbereich

Das BT beinhaltet zwei aufeinanderfolgende Zyklen. Zyklus 1 umfasst die 1. bis 8. Trainingseinheit und ist ein klassisches Kraft-Ausdauertraining, mit dem primären Ziel der Bewegungsökonomisierung. Zyklus 2 - 9. bis 24. Trainingseinheit - beinhaltet ein Muskelhypertrophietraining. Die FITT-Kriterien für beide Zyklen sind tabellarisch in Abbildung 3A dargestellt.

Bestanden Kontraindikationen für die Durchführung einer oder mehrerer Übungen (z. B. aufgrund von Knochenmetastasen oder nach größeren Bauchoperationen, Stomaentfernung etc.), wurden die entsprechenden Übungen durch alternative Übungen ersetzt (z. B. Widerstandsübungen mit Widerstandsbändern oder Körpereigengewicht). In solchen Fällen handelte es sich um ein „adaptiertes BT“.

Patienten, die an einer CIPN litten oder unter dem Risiko standen eine CIPN zu entwickeln, erhielten zusätzlich zum kombinierten Kraft-Ausdauertraining ein 20-minütiges Sensomotorik-Training (SMT). Dieses wurde im Gruppensetting, angeleitet von einem Therapeuten, durchgeführt. Das SMT beinhaltete ein Koordinationstraining mit Fokus auf Gleichgewicht- und Wahrnehmungsübungen. Die spezifischen FITT-Kriterien sind in Abbildung 3B dargestellt.

Basis Training 24 angeleitete Trainingseinheiten kombiniertes Kraft-Ausdauer Training Angestrebt wurden 2 Trainingseinheiten pro Woche (Montag und Freitag) Zyklus 1 8 Trainingseinheiten: Kraft-Ausdauer (Dauer ca. 40 min) Ausdauer: 4 min Fahrradergometer, BORG 12-14 Kraft: alle Kraftübungen* mit 50-70% $F_{\max}$, 15 Wdh., BORG 14-16 Ausdauer: 4 min Fahrradergometer, BORG 12-14 Kraft: alle Kraftübungen* mit 50-70% d. $F_{\max}$, 15 Wdh., BORG 14-16 Ausdauer: 4 min Fahrradergometer, BORG 12-14 Zyklus 2 (ab der 9. Trainigseinheit) 16 Trainingseinheiten: Muskelhypertrophie (Dauer ca. 40 min) Ausdauer: 4 min Fahrradergometer, BORG 12-14 Kraft: alle Kraftübungen* mit 70-80% d. $F_{\max}$, 10-12 Wdh, BORG 14-16, 3 Serien Ausdauer: 4 min Fahrradergometer, BORG 12-14 Anmerkungen: – Krafttraining ist konzentrisch – Intensität des Kraft-Ausdauer Trainings ist progressiv – Anpassung der Übungen und der Intensität an Nebenwirkungen, z.B. Knochenmetastasen, Zustand nach Bauchoperation etc.	A
Sensomotorik-Training (nur Patienten mit CIPN/CIPN-Risiko) 20-minütiges angeleitetes Modultraining in der Gruppe (max. 5 Patienten) – Durchführung vor dem kombinierten Kraft-Ausdauer Training – Beinhaltet Koordinationstraining mit Schwerpunkt auf Gleichgewichts- und Wahrnehmungsübungen (Steigerung des Schwierigkeitsgrades) – Kurze körperliche Belastungsphasen mit ausreichenden Ruhepausen zwischen den Übungen um neuronale Ermüdung zu vermeiden.	B

ABBILDUNG 3: FITT-KRITERIEN FÜR DAS BASIS TRAINING (A) UND DAS SENSOMOTORIK-TRAINING (B)

Abkürzungen: min, Minuten; Wdh, Wiederholungen; $F_{\max}$, Maximalkraft; CIPN, Chemotherapie-induzierte Polyneuropathie

*beinhaltet sechs Übungen: Beinstrecker, Beinbeuger, Bauchpresse, Rückenstrecker, Rudern im Sitzen, Brustpresse

3.5 REKRUTIERUNG UND GESAMTABLAUF

Die Rekrutierung der Patienten erfolgte einerseits über die Ärzte der ZIM III und andererseits über kooperierende Arztpraxen in Rostock. Behandelnde Ärzte sprachen gezielt potentielle Patienten an und leiteten diese anschließend an die Sprechstunde der AG HOT weiter. Hier wurden die Patienten über Mitarbeitende der AG HOT entweder telefonisch oder in einem persönlichen Vier-Augen-Gespräch über den Ablauf und die Trainingsinhalte informiert. Im Rahmen dieses Gespräches erfolgten gleichzeitig ein Pre-Screening hinsichtlich der Ein- und

Ausschlusskriterien und eine Abklärung der Anfahrtsmöglichkeiten zur Trainingseinrichtung sowie die potentielle Nutzbarkeit der Trainingszeiten. Alle Patienten, für die eine Teilnahme an der HOT_{Gerät} in Frage kam, erhielten die notwendigen Unterlagen für die Begleitstudie (Patienteninformation inkl. Datenschutz und Einwilligungserklärung). Waren zum Zeitpunkt des Gespräches keine freien Plätze verfügbar, wurde der jeweilige Patient auf eine Warteliste gesetzt. Bei freien Plätzen in der HOT_{Gerät} wurde die schriftliche Einwilligung der Patienten zur Teilnahme an der Begleitstudie eingeholt (Anhang I). Anschließend erfolgte die digitale Erfassung sog. „Patient Reported Outcomes“ (PROs).

Vor der Teilnahme an der HOT_{Gerät} wurde von einem Facharzt für Hämatologie und Onkologie eine ärztliche Unbedenklichkeitsuntersuchung durchgeführt. Auf Grundlage der bei dieser Untersuchung erhobenen klinischen Daten (Anhang II), wurden die Patienten einer der folgenden Gruppen zugewiesen: Gruppe 1 „(adaptiertes) BT“, oder Gruppe 2 „(adaptiertes) BT + SMT“. Im Falle eines vom BT deutlich abweichenden Trainingsprogramms, z. B. aufgrund multipler Metastasen, wurden Patienten in Gruppe 3 „kein BT (+ SMT)“ zugeordnet.

Hatte der untersuchende Arzt Sicherheitsbedenken hinsichtlich der Durchführung der körperlichen Leistungsdiagnostik, z. B. der Maximalkraft-Messung oder dem Ausbelastungstest auf dem Fahrrad-Ergometer, wurde dies mit den Therapeuten besprochen. Innerhalb von 10 Tagen nach Erhalt der ärztlichen Unbedenklichkeit wurden die Patienten in die Benutzung der Krafttrainingsgeräte eingewiesen und die körperliche Leistungsdiagnostik (Inhalte siehe 3.6.2) durchgeführt (= pre-Test). In der darauffolgenden Trainingseinheit konnten die Patienten mit der HOT_{Gerät} starten.

Nach Abschluss der 24 Trainingseinheiten wurde die körperliche Leistungsdiagnostik erneut durchgeführt und die PROs wurden analog der Befragung vor Beginn des Trainings erhoben (= post-Test). Im Nachgang wurden die Ergebnisse der pre- und post-Tests ausgewertet und in einem persönlichen Abschlussbericht dokumentiert. In einem abschließenden Gespräch mit einem Hämatologen/Onkologen, wurden die Ergebnisse mit den Patienten besprochen und der Abschlussbericht den Patienten ausgehändigt. Eine Übersicht der beschriebenen Abläufe befindet sich in Abbildung 4.

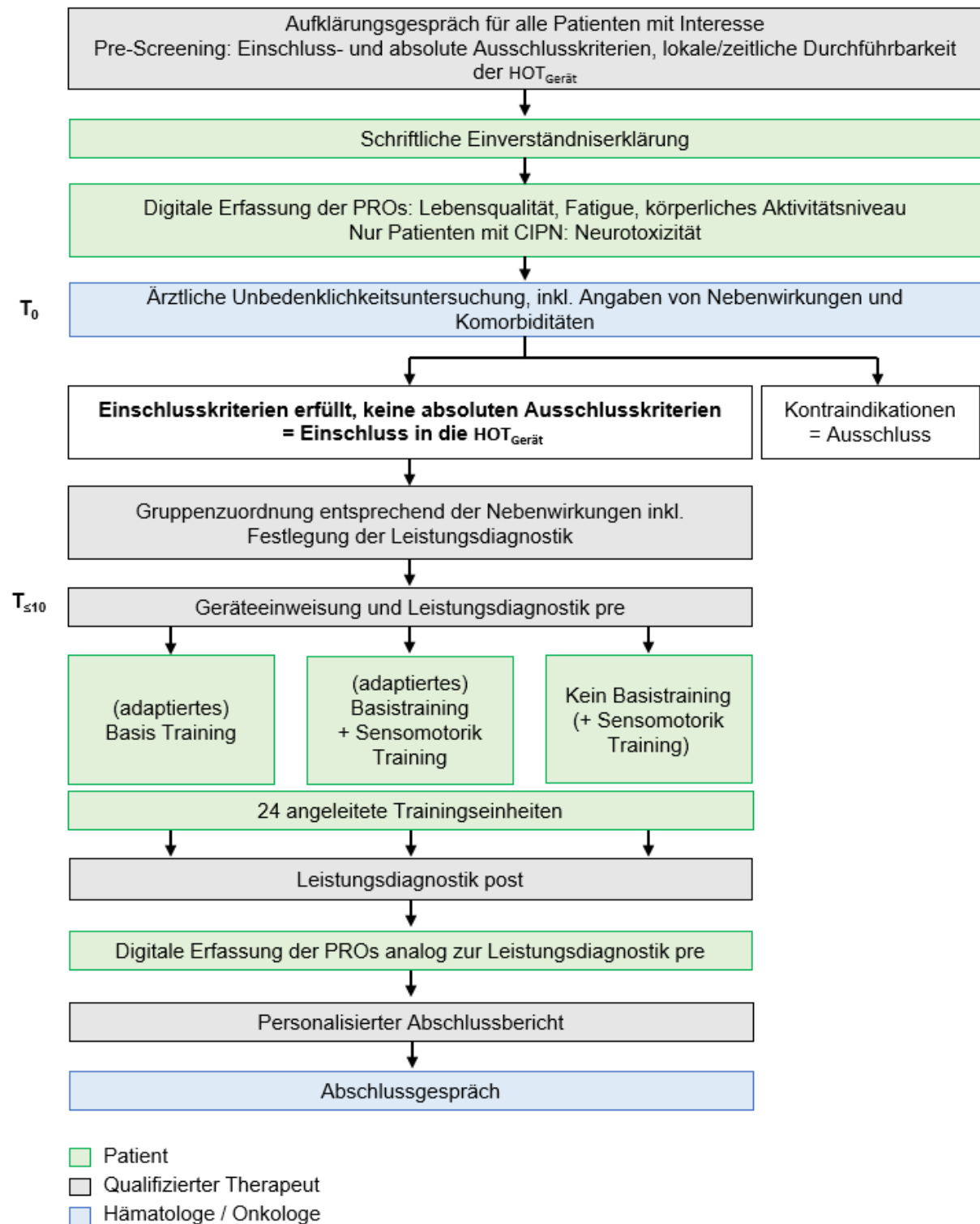


ABBILDUNG 4: PROZEDERE DER HÄMATOLOGISCHEN UND ONKOLOGISCHEN TRAININGSTHERAPIE AN GERÄTEN (HOT_{GERÄT})

Abkürzungen: PROs, Patient Reported Outcomes; CIPN, Chemotherapie-induzierte Polyneuropathie; T₀, Tag der ärztlichen Untersuchung; T_{≤10}, pre-Leistungsdiagnostik innerhalb der ersten 10 Tage nach Erhalt der ärztlichen Unbedenklichkeit

3.6 MESSMETHODEN

Nachfolgend werden alle Messmethoden und Messzeitpunkte beschrieben, die zum Einsatz kamen, um die primären und sekundären Endpunkte zu beurteilen. Eine Gesamtübersicht gibt Tabelle 4, welche sich am Ende des Abschnittes befindet.

3.6.1 KRANKHEITSSPEZIFISCHE DATEN

Die krankheitsspezifischen Daten wie Tumorentität, Diagnosedatum, Krebsstadium, Therapieintention, aktuelle Therapiephase, bisherige medizinische Behandlung und aktuelle Therapien, CIPN-Risiko, Nebenwirkungen und Komorbiditäten der Teilnehmenden wurden einmalig im Rahmen der Unbedenklichkeitsuntersuchung von einem Arzt erfasst.

3.6.2 KÖRPERLICHE LEISTUNGSDIAGNOSTIK

Die körperliche Leistungsdiagnostik wurde vor der ersten (pre) und nach der 24. (post) Trainingseinheit durchgeführt, wobei maximal zehn Tage zwischen der ärztlichen Unbedenklichkeit und der Leistungsdiagnostik pre liegen sollten. Idealerweise wurden beide Leistungsdiagnostiken eines Teilnehmers vom selben Therapeuten durchgeführt. Die Reihenfolge der Messungen war konstant und beinhaltete folgende Untersuchungen:

a) Die Körperzusammensetzung wurde mittels Bioimpedanzanalyse (BIA) erfasst. Hierfür wurde das Gerät „seca mBCA 525“ (seca, Hamburg, Deutschland) genutzt und die Messungen entsprechend den Vorgaben des Geräteherstellers durchgeführt. Dokumentiert wurden folgende Parameter:

- Body Mass Index (BMI) [kg/m^2]
- Fettmasse [kg]
- Körperfettanteil [%]
- Viszerales Fett [l]
- Skelettmuskelmasse [kg]

Die prozentuale Veränderung der Muskelmasse pre-post wurde berechnet.

b) Die Maximalkraft (F_{max}), gleichzusetzen mit dem Ein-Wiederholungsmaximum, wurde an den Kraftgeräten der Firma milon Q (milon industries GmbH, Emersacker, Deutschland) ermittelt. Bei Abwesenheit von körperlichen Einschränkungen erfolgte die Bestimmung der F_{max} [kg] an folgenden Geräten:

- Beinstrecker
- Beinbeuger
- Bauchpresse
- Rückenstrecker
- Rudern
- Brustpresse

Die maximale dynamische Kraft der einzelnen Muskelgruppen wurde isokinetisch unter standardisierten Testbedingungen bei konstanter Winkelgeschwindigkeit gemessen, wobei das Gerät die Ausführung der Bewegung anleitete. Vor der ersten Bestimmung der $F_{\max}$ wurden die Geräte individuell entsprechend der anatomischen Gegebenheiten eingestellt und das individuelle Bewegungsausmaß (ROM) festgelegt. Anschließend folgte eine Eingewöhnung an dem jeweiligen Gerät mit mehrmaligen submaximalen Bewegungen, um das Bewegungsmuster zu erlernen. Gleichzeitig diente die Eingewöhnung der Aufwärmung der Muskulatur. Nach einer kurzen Pause folgte der $F_{\max}$ -Test, welcher aus mindestens zwei Messwiederholungen bestand. Zwischen den Wiederholungen wurde eine Pause von mindestens 30 Sekunden eingehalten. War der zweite Messwert höher als der Erste, wurden weitere Wiederholungen durchgeführt, bis der ermittelte $F_{\max}$ Wert stagnierte, oder niedriger als der vorherige Wert war. Der höchste $F_{\max}$ -Wert pro Muskelgruppe wurde dokumentiert. Bei der Leistungsdiagnostik post bereiteten sich die Teilnehmer (nach der BIA) mittels fünfminütiger Fahrradergometrie mit moderater Intensität auf die bevorstehenden Tests vor. An jedem Gerät wurden zudem vor der Ermittlung der $F_{\max}$ zur spezifischen Erwärmung fünf bis sieben submaximalen Wiederholungen absolviert. Im Anschluss wurden nach einer kurzen Pause mindestens zwei $F_{\max}$ -Tests mit mind. 30 s Pause durchgeführt. Der jeweils höchste $F_{\max}$ -Wert wurde dokumentiert.

Die prozentuale Veränderung der $F_{\max}$ von pre zu post wurde für jede Muskelgruppe berechnet.

Hinweis: Bei Kontraindikationen (z. B. Knochenmetastasen, Zustand nach Bauchoperation) wurde die $F_{\max}$ der entsprechenden Muskelgruppen aus Sicherheitsgründen nicht ermittelt. Hierdurch kommt es zu abweichenden Fallzahlen bei den Auswertungen.

- c) Die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit wurde mittels eines Ausbelastungstests auf einem Fahrradergometer (SportPlus, SP-SRP-3000, Latupo GmbH, Hamburg, Deutschland) nach der Methode von Löllgen und Leyk ermittelt (30). Begonnen wurde mit einer Ausgangsleistung von 20 Watt, welche jede Minute um 10 Watt gesteigert wurde (Quasi-Rampentest). Die Trittgeschwindigkeit lag dabei konstant zwischen 60-80 Umdrehungen (revolutions per minute - RPM) und konnte von den Teilnehmenden frei gewählt werden (± 5

RPM, z. B. 70 ± 5). Die Teilnehmenden wurde gebeten, den Tests bis zur subjektiven Erschöpfung durchzuführen und konnten jederzeit bei Erreichen der subjektiven Ausbelastung den Test abbrechen. Weitere Abbruchkriterien waren Unwohlsein/Schwindel, Ataxie, progrediente Dyspnoe, akute Schmerzen. Ebenso wurde der Test vom Untersucher abgebrochen, wenn die Trittggeschwindigkeit nicht mehr gehalten werden konnte.

In den letzten 10 Sekunden jeder Belastungsphase wurde die über einen Brustgurt (Polar H10, Polar Electro Oy, Kempele, Finnland) erfasste Herzfrequenz (Hf) notiert und die RPE mittels der BORG-Skala (31) erfasst. Bei Testabbruch erfolgte zusätzlich die Erfassung des potentiell durch die Belastung verursachten Schmerzes in der Beinmuskulatur. Hierfür wurde die Kategorie-Ratio (CR)-10-Skala (0 = überhaupt keine Schmerzen, 10 = extrem starke Schmerzen) (32) verwendet. Nach Testabbruch wurde der Patient noch weitere 3 Minuten nachbeobachtet, in denen er auf dem Fahrradergometer sitzen blieb und mit geringer Belastung (20 Watt) weiter trat, um einen schnellen Blutdruckabfall zu verhindern. Sowohl die Sattel- und Lenkerhöhe als auch die gewählte Trittggeschwindigkeit (z. B. 70 ± 5 Watt) im pre-Test wurden notiert und im post-Test entsprechend reproduziert.

Dokumentiert wurden:

- maximale Leistung ($P_{\max}$ [Watt])
- maximale Herzfrequenz [S/min]
- RPE bei Testabbruch [6-20]
- CR-10 bei Testabbruch [0-10]

Die relative maximale Leistung = $P_{\max} / \text{Körpergewicht [kg]}$ (rel. $P_{\max}$ [Watt/kg KG]) wurde berechnet.

3.6.3 PATIENT REPORTED OUTCOMES

Die Erfassung der PROs erfolgte über ein digitales Fragebogenportal und umfasste folgende Assessments:

- a) Die soziodemographischen Daten (Geschlecht, Alter, Familienstand, Berufsstatus, Sporterfahrungen und sportliche Aktivität) wurden mittels eines selbstentworfenen Fragebogens (Anhang II) zum Zeitpunkt der Leistungsdiagnostik pre erhoben.
Die Variable „sportlichen Erfahrungen“ wurde wie folgt kategorisiert: „Nur Schulsport“, „In einzelnen Altersspannen sportlich aktiv“ und „Durchgängig sportlich aktiv“.
- b) Die HrQoL wurde mittels des etablierten „Quality of Life questionnaire of cancer patients of European Organization for Research and Treatment of Cancer“ (EORTC QLQ-C30, Version 3.0) erhoben.

Bei diesem Fragebogen handelt es sich um einen 30-Item Fragebogen, unterteilt in Single- und Multi-Item Skalen. Die Multi-Item Skalen sind zusammengesetzt aus fünf Funktionsskalen (physische, Rollen-, kognitive, emotionale und soziale Funktion) und drei Symptomskalen (Fatigue, Schmerz, Übelkeit und Erbrechen) sowie einer globalen Gesundheits- und Lebensqualitäts-Skala. Die Single-Item Fragen erfassen zusätzliche Symptome, die häufig speziell bei Krebspatienten auftreten (Dyspnoe, Appetitverlust, Schlafstörungen, Verstopfungen und Diarrhoe) (33) (Anhang III).

Es wurden im Voraus keine Grenzwerte zur Bestimmung klinisch relevanter Veränderungen festgelegt.

- c) Die Ausprägung der CrF wurde mittels des „Multidimensional Fatigue Inventory Questionnaire“ (MFI-20) (34) ermittelt. Dieser Fragebogen beinhaltet 20 Fragen-Items, die zur Evaluierung von fünf verschiedenen Dimensionen der CrF dienen (allgemeine Müdigkeit, körperliche Müdigkeit, verminderte Aktivität, verminderte Motivation, mentale Müdigkeit). Verwendet wird eine Likert-Skala von „1 – Trifft zu“ bis „5 – Trifft nicht zu“, auf welcher Patienten sich zu verschiedenen Fragen entsprechend der Ausprägung ihrer CrF einordnen. Hohe Scores gehen mit einer hohen CrF-Symptomatik einher (35). Der Total-Fatigue Score als Gesamtwert der CrF-Symptomatik errechnet sich aus allen 20 Fragen-Items (Anhang IV).

- d) Die Ausprägung der CIPN wurde mittels des „Functional Assessment of Cancer Therapy/Gynecologic Oncology Group-Neurotoxicity-13“ Fragebogens (FACT/GOG-NTX-13) erfasst (36). Dieser Test dient der Beurteilung des Grads und der Auswirkungen der sensorischen und motorischen Neurotoxizitätssymptome. Er beinhaltet 40 Items mit 5 Subskalen (körperliches, soziales/familiäres, emotionales und funktionales Wohlbefinden und eine Neurotoxizitäts-Subskala), die über eine 5-Punkte Likert-Skala erfasst werden (37). Der Fragebogen wurde nur bei Patienten eingesetzt, die bereits bei Einschluss in die HOT_{Gerät} Symptome einer CIPN aufwiesen. Für die Evaluation wurde nur die Neurotoxizitäts-Subskala verwendet, da die anderen Subskalen über den EORTC QLQ-C30 und den MFI-20 Fragebogen erfasst wurden (Anhang V).

- e) Zur Ermittlung der körperliche Aktivität der Patienten diente der „Godin-Shephard Leisure-Time Physical Activity Questionnaire“ (GSLTPAQ) (38). Der GSLTPAQ ist ein selbstauszufüllender vier-Punkte Fragebogen. Mit drei Fragen wurde die Anzahl der leichten, moderaten und intensiven körperlichen Aktivitäten von mindestens 15 Minuten Dauer in einer typischen Woche abgefragt. Daraus berechnet wurde der sog. „Leisure Score Index“ (LSI). Hierbei wurde die Anzahl der Aktivitäten je nach Intensität

mit einem jeweiligen metabolischen Äquivalent von 3 (leichte Aktivität), 5 (moderate Aktivität) bzw. 9 (intensive Aktivität) multipliziert und anschließend alle Werte summiert. Die Formel hierfür lautet: $LSI = (3 \times \text{leichte Aktivitäten}) + (5 \times \text{moderate Aktivitäten}) + (9 \times \text{intensive Aktivitäten})$ (39) (Anhang VI).

3.6.4 INTERVENTIONSBEZOGENE DATENERFASSUNG

Von den Therapeuten und Wissenschaftlern wurde die Gruppenzuordnung der Teilnehmenden dokumentiert. Dabei wurden die drei folgenden Gruppen unterschieden:

- (adaptiertes) BT
- (adaptiertes) BT + SMT
- kein BT (+ SMT)

Zur Bewertung der Sicherheit des Trainings wurden von den Therapeuten AEs erfasst, die im Zusammenhang mit dem Training oder der körperlichen Leistungsdiagnostik auftraten. Hierbei wurde zwischen AEs und „Serious Adverse Events“ (SAEs) unterschieden. SAEs umfassten schwerwiegende unerwünschte Ereignisse, wie beispielsweise Lebensbedrohlichkeit, die Notwendigkeit einer Hospitalisierung oder das Auftreten einer schwerwiegenden Behinderung. Alle (S)AEs wurden in einem Protokoll dokumentiert und anschließend daraufhin beurteilt, ob sie im Zusammenhang mit der HOT_{Gerät} stehen. Für die Bewertung der Kausalität der AEs mit der HOT_{Gerät} wurden vier Kategorien verwendet: „definitiv“, „möglich“, „unwahrscheinlich“, „nicht bewertbar“. Der Umgang mit SAEs war klar geregelt (Rettungskette) und zu Klärung des Zusammenhangs der SAEs mit der HOT_{Gerät} wurde ein so genanntes „Safety Board“ hinzugezogen, bestehend aus einem Notarzt und zwei Onkologen. Folgende Parameter wurden erfasst:

- AEs [n]
- SAEs [n]

Bei vorzeitigem Abbruch der HOT_{Gerät} vor der 24. Trainingseinheit erfragten die Therapeuten, sofern möglich, den Abbruchgrund. Die Angaben wurden dichotomisiert in „gesundheitliche Gründe“ (z. B. Verschlechterung des Gesundheitszustandes, stationäre Aufnahme etc.) und „persönliche Gründe“ (z. B. Umzug, Unzufriedenheit mit den Rahmenbedingungen, etc.)

Für die Berechnung der Interventionsdauer [Tage bzw. Wochen] wurden aus der milon®-Datenbank das Datum der 1. und der 24. Trainingseinheit entnommen.

Die mittlere Reizdichte [Trainingseinheiten pro Woche] wurde anhand der Interventionsdauer geteilt durch 24 Trainingseinheiten berechnet.

TABELLE 4: ASSESSMENTS UND MESSZEITPUNKTE

Assessments	Pre	Post
Arzt		
Krankheitsspezifische Daten (Fragebogen) Tumorentität, Zeitpunkt der Diagnose, Krebsstadium, Therapieintention, aktuelle Therapiephase, vorangegangene und aktuelle medizinische Therapien, CIPN-Risiko, Nebenwirkungen, Komorbiditäten	✓	
Körperliche Leistungsdiagnostik		
Körperzusammensetzung (Bioimpedanzanalyse) Body Mass Index [kg/m ²], Fettmasse [kg], Körperfettanteil [%], Skelettmuskelmasse [kg]	✓	✓
Maximalkraft [kg] [°] Beinstrecker, Beinbeuger, Bauchpresse, Rückenstrecker, Rudern, Brustpresse	✓	✓
Kardiopulmonale Leistungsfähigkeit (Ausbelastungstest Fahrradergometer) Maximale Leistung [Watt], relative maximale Leistung [Watt/kg KG], Anstrengungsempfinden [BORG scale], Belastungsschmerz in den Beinen [CR-10], maximale Herzfrequenz [bpm]	✓	✓
Patient		
Soziodemographische Daten (Fragebogen) Alter, Geschlecht, Familienstatus, Berufsstatus, Sporthistorie	✓	
Lebensqualität (EORTC QLQ-C30)	✓	✓
Fatigue (MFI-20)	✓	✓
Chemotherapie-induzierte Polyneuropathie (FACT/GOG-Ntx-13 Subskala)	(✓)	(✓)
Körperliche Aktivität (GSLTPAQ)	✓	✓
Therapeuten / Wissenschaftler		
Gruppeneinteilung	✓	
Unerwünschte Ereignisse (Protokoll)	Interventionsbegleitend	
Abbruchgrund	Bei vorzeitigem Abbruch	
Datum der 1. und 24. Trainingseinheit		✓

Abkürzungen: KG, Körpergewicht; CR-10, Category-Ratio-10 Skala (0 = kein Schmerz, 10 = extrem intensiver Schmerz); bpm, beats per minute; EORTC QLQ-C30, Quality of Life questionnaire of cancer patients of European Organization for Research and Treatment of Cancer; MFI-20, Multidimensional Fatigue Inventory; FACT/GOG-NTX-13, Functional Assessment of Cancer Therapy/Gynecologic Oncology Group - Neurotoxicity 13 Item Version; GSLTPAQ, Godin-Shephard Leisure-Time Physical Activity Questionnaire

[°] Testdurchführung in Abhängigkeit von Kontraindikationen (z. B. Zustand nach Bauch-OP)

(✓) Erfassung, wenn die CIPN bereits vor dem Training bestand

3.7 FALLZAHLKALKULATION

Bei dieser Real-World-Datenanalyse wurde die Stichprobengröße nicht im Voraus berechnet. Für diese Studie wurden vorhandene Datensätze verwendet, deren Stichprobengröße von der Verfügbarkeit und der Vollständigkeit der Daten bestimmt wurde. Der Datensatz umfasste 70 Patienten, die anhand vordefinierter Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt wurden, um die Repräsentierbarkeit der Zielpopulation zu gewährleisten.

3.8 STATISTISCHE ANALYSE

Quantitative normalverteilte Variablen wurden als Mittelwert $\pm$ Standardabweichung (SD) angegeben, nicht normalverteilte quantitative Variablen als Median (Q1, Q3) innerhalb der Wertebereiche von Minimum zu Maximum (Min. bis Max.). Kategoriale Variablen wurden durch die absolute Anzahl (n) und die relative Häufigkeit ihres Auftretens in Prozent (%) angegeben. Fehlende Daten wurden angegeben, aber nicht bei der Berechnung des Prozentsatzes mitberücksichtigt. Die Normalverteilung der Daten wurde mittels des Shapiro-Wilk-Test überprüft. Für den Vergleich der pre- und post-Werte wurde bei normalverteilten Daten der t-Test für gepaarte Stichproben verwendet, bei nicht normalverteilten Daten der Wilcoxon-Rangsummen-Test (Monte Carlo, 10.000 Stichproben). Zur Beurteilung der Effektstärke [ES] wurde Cohens d für gepaarte Stichproben berechnet. Die Einordnung der ES erfolgte gemäß Cohen (1988) (40):

$0,2 \leq d < 0,5$ - geringe ES

$0,5 \leq d < 0,8$ - mittlere ES

$d \geq 0,8$ - große ES

Die Berechnung der Mittelwertunterschiede zwischen Teilnehmenden, die die HOT_{Gerät} vollständig absolvierten und denen die vorzeitig abbrachen, sowie zwischen Patienten mit erhöhter versus unveränderter/verminderter Skelettmuskelmasse nach Abschluss der HOT_{Gerät}, erfolgte für metrische normalverteilte Variablen mittels t-Test für unabhängige Stichproben. Für nicht-normalverteilte Daten wurde der Mann-Whitney-U Test (Monte Carlo, 10.000 Stichproben) und für kategoriale Variablen der Chi-Quadrat Test (exakter Test nach Fisher) verwendet. Bei den angewandten statistischen Verfahren wurden für die Irrtumswahrscheinlichkeit p (2-seitig) folgende Signifikanzniveaus festgelegt:

$p > 0,05$ nicht signifikant

$p \leq 0,05$ signifikant (*)

$p < 0,01$ hoch signifikant (**)

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde die Software IBM® SPSS® Statistic 25 und Excel 2013 genutzt.

4. ERGEBNISSE

4.1 PATIENTENKOHORTE

Im Drei-Jahreszeitraum von April 2021 bis März 2024 erhielten 70 von 72 Patienten die ärztliche Unbedenklichkeit und konnten in die HOT_{Gerät} eingeschlossen werden (Abbildung 5). Zum Zeitpunkt der Datenanalyse (April 2024) hatten 47 Probanden die HOT_{Gerät} vollständig absolviert, 14 Patienten hatten die HOT_{Gerät} vorzeitig abgebrochen und neun der Teilnehmer hatten die HOT_{Gerät} noch nicht beendet (Abbildung 5). Die nachfolgenden Auswertungen beziehen sich auf die Gesamtkohorte (N = 70) und die Patienten, die die HOT_{Gerät} abgeschlossen/abgebrochen haben (n = 61).

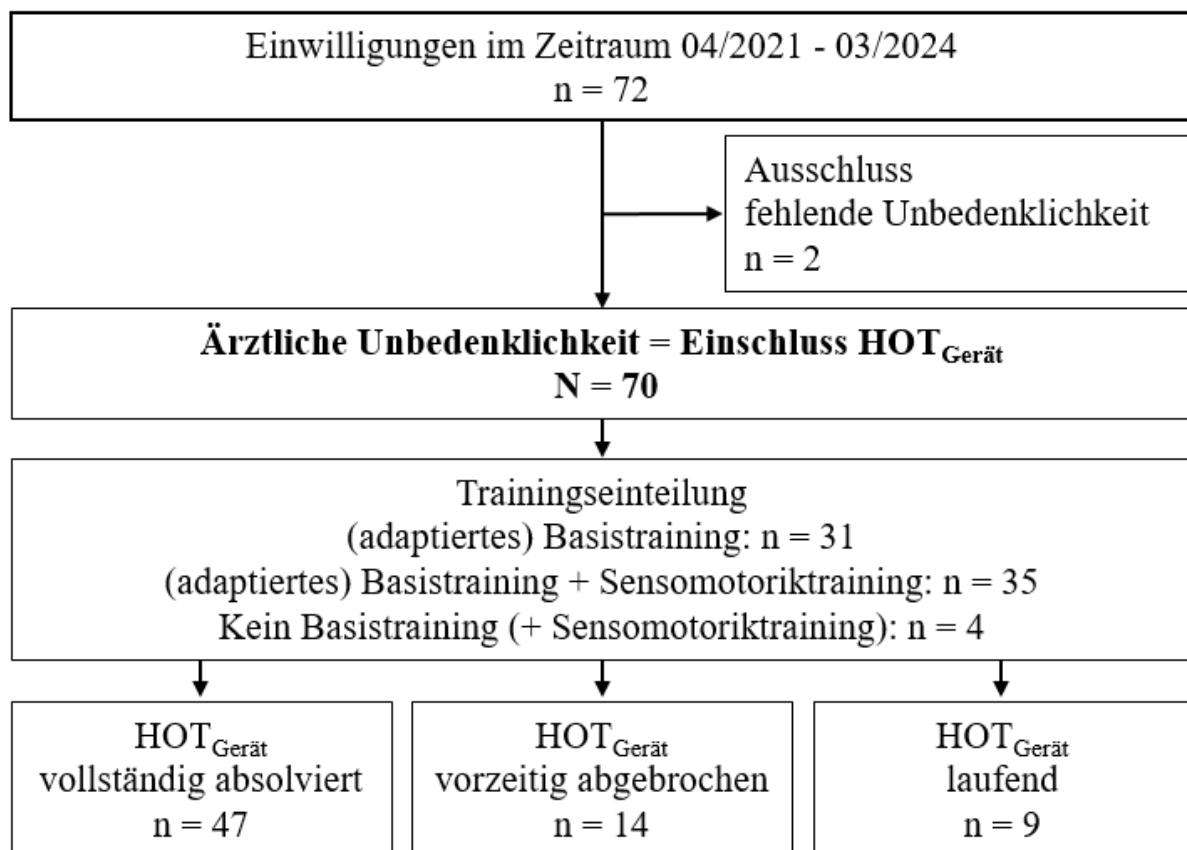


ABBILDUNG 5: FLUSSDIAGRAMM HÄMATOLOGISCHE UND ONKOLOGISCHE TRAININGSTHERAPIE (HOT_{GERÄT})

4.2 DEMOGRAPHISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE

Von den 70 in die HOT_{Gerät} eingeschlossenen Patienten waren 60 % (n = 42) weiblich. Im Mittel waren die Patienten 63 ± 12 Jahre alt, mit einem Altersbereich von 31 bis 91 Jahren. Die Mehrzahl der Patienten (59 %, n = 40) waren in Rente bzw. pensioniert. Nach eigenen Angaben waren 94 % (n = 65) der Patienten vor der Krebsdiagnose sportlich aktiv. Laut BMI waren 63 % (n = 42) der Patienten übergewichtig bzw. adipös.

Weitere Details zu den demografischen Daten sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

TABELLE 5: DEMOGRAPHISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE

Charakteristik	n	Kategorie	Wert
Geschlecht	70	weiblich	42 (60)
		männlich	28 (40)
Alter [Jahre]	70		63 ± 12
Familienstand	70	mit Partner zusammenlebend	58 (83)
		alleinstehend	12 (17)
Berufsstatus	68	in Rente/pensioniert	40 (59)
		Berufstätig	26 (38)
		arbeitslos	2 (3)
Sportliche Erfahrungen	69	durchgängig sportlich aktiv	35 (51)
		in einzelnen Altersspannen sportlich aktiv	30 (43)
		nur Schulsport	4 (6)
Body Mass Index [kg/m²]	68	<18,5	0 (0)
		18,5-24,9	26 (38)
		25,0-29,9	29 (43)
		≥30,0	13 (20)

Darstellung der kategorischen Variablen: Anzahl der Teilnehmenden (%); normalverteilte, kontinuierliche Variablen: Mittelwert und Standardabweichung

4.3 KLINISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE

Von den 70 eingeschlossenen Patienten hatten 61 % (n = 43) eine solide Tumorerkrankung, 39 % (n = 27) eine hämatologische Neoplasie. Zu den drei häufigsten Tumorentitäten gehörten Lymphome inkl. chronisch lymphatische Leukämien (26 %, n = 18), gynäkologische Tumoren / Brustkrebs (24 %, n = 17) und gastrointestinale Tumoren (19 %, n = 13). Die Therapieintention war bei 51 % (n = 36) der eingeschlossenen Patienten kurativ. Bei Einschluss befanden sich 57 % (n = 40) der Patienten unter antineoplastischer Therapie, 50 % (n = 20) davon erhielten eine Chemotherapie, wobei 11 Patienten ein erhöhtes Risiko für eine CIPN hatten (Tabelle 6).

TABELLE 6: KLINISCHE DATEN DER GESAMTKOHORTE

Charakteristik	n	Kategorie	Wert (%)
Solide Tumoren	70	Ja	43 (61)
		nein	27 (39)
Tumorentität	70	Lymphome inkl. CLL	18 (26)
		Gynäkologische Tumoren / Brusttumoren	17 (24)
		Gastrointestinale Tumoren ¹	13 (19)
		Myeloproliferative Erkrankungen	7 (10)
		Urogenitale Tumoren	5 (7)
		Neuroonkologische Tumoren	3 (4)
		Thorakale Tumoren	2 (3)
		sonstige	5 (7)
Therapieintention	70	Kurativ	36 (51)
		Palliativ	34 (49)
Bislang erhaltene Therapien*	70	Operation	40 (57)
		Chemotherapie	35 (50)
		Bestrahlung	20 (29)
		Immuntherapie	9 (13)
		Antihormontherapie	6 (9)
		Radio-Iod-Therapie	1 (1)
Therapiephase bei Trainingsstart	70	Therapiebegleitend	40 (57)
		Nachsorge	25 (36)
		Watch and wait	4 (6)
		Therapiepause	1 (1)
Therapiebegleitende medizinische Maßnahmen	40	Chemotherapie	20 (50)
		Immuntherapie	6 (15)
		Antihormontherapie	6 (15)
		Chemo- + Immuntherapie	3 (8)
		Zielgerichtete Therapie	2 (5)
		Radiochemotherapie	1 (2)
		Bestrahlung	1 (2)
		Unbekannt	1 (2)
Risiko einer CIPN	70	Nein	59 (84)
		Ja	11 (16)

*Mehrfachnennungen möglich

¹ beinhaltet kolorektale Karzinome, hepatobiliäre Tumoren, ösophagogastrale Tumore und Pankreastumore

Abkürzungen: n, Stichprobengröße; CLL, chronisch lymphatische Leukämie; CIPN, Chemotherapie-induzierte periphere Neuropathie

Zu den häufigsten krankheits- und therapiebedingten Nebenwirkungen gehörten Fatigue (57 %, n = 40) sowie die CIPN (36 %, n = 25). Knochenmetastasen wiesen 10 % (n = 7) der Patienten auf.

Bei 60 % (n = 42) der Patienten bestanden Komorbiditäten, wobei Herz-Kreislauf-Erkrankungen dominierten (41 %, n = 29). Einen Diabetes mellitus hatten 14 % (n = 10) der Patienten. Weitere Informationen zu den Nebenwirkungen und Komorbiditäten der Gesamtkohorte sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

TABELLE 7: NEBENWIRKUNGEN UND KOMORBIDITÄTEN DER GESAMTKOHORTE

Charakteristik	n	Kategorie	n (%)
Nebenwirkungen¹	70	Fatigue	40 (57)
		Chemotherapie-induzierte Polyneuropathie	25 (36)
		Nebenwirkungen der Antihormontherapie	7 (10)
		Knochenmetastasen	7 (10)
		Lymphödem	6 (9)
		Harninkontinenz	4 (6)
		Kachexie	2 (3)
Begleiterkrankungen	70	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	29 (41)
		Diabetes	10 (14)
		Osteoporose	5 (7)
		Sonstige Erkrankungen ²	17 (24)

¹ lt. ärztlicher Angabe auf dem Patientendatenblatt

² beinhaltet Erkrankungen, die nicht maßgeblich für das Therapieprogramm entscheidend sind

4.4 ZUGEWIESENE TRAININGSPROGRAMME, INTERVENTIONSDAUER UND ABBRUCHGRÜNDE

Von den 70 in die HOT_{Gerät} eingeschlossenen Patienten wurden 50 % (n = 35) dem (adaptierten) Basistraining inklusive SMT und 44 % (n = 31) dem (adaptierten) Basistraining ohne Zusatzmodul zugewiesen. Die restlichen vier Patienten erhielten vom Basistraining stark abweichende Programme, bedingt u. a. durch multiple Metastasen (Abbildung 5, S. 23).

Die 47 Patienten, welche die HOT_{Gerät} vollständig abgeschlossen haben, d. h. 24 Trainingseinheiten absolvierten, benötigten im Median 112 (98; 139) Tage, bei einer Spannweite von 88 bis 185 Tagen. Dies entspricht im Median 16 (14; 19) Wochen und somit einer Reizdichte von 1,5 (1,3; 1,7) Trainingseinheiten pro Woche. Zu den häufigsten Gründen für Trainingsausfälle gehörten Behandlungen (Chemotherapie, Bestrahlung), schwere Therapienebenwirkungen, kleinere und größere chirurgische Eingriffe (z. B. Portimplantation), Virusinfektionen (z. B. COVID-19-Infektion) und Urlaubsreisen.

Die Abbruchquote lag im Laufe der drei Jahre zwischen 20 und 25 %. Von den 14 Abbrechern schieden 64 % ($n = 9$) aus gesundheitlichen Gründen aus. Dazu zählten u. a. Verschlimmerung der Symptome, wiederholte Krankenhausaufenthalte wegen Rezidiven oder neuer Metastasen, Tod oder eine kurzfristige Unterbringung in einer stationären Rehabilitation. Weitere Gründe für den Abbruch waren vor allem Probleme bei der Anreise zum Trainingsort, wie beispielsweise der Verlust der Fahrtüchtigkeit oder wiederholte Staus durch Straßensperrungen. Ein Teilnehmer war mit der Gruppenzuordnung unzufrieden.

4.5 UNERWÜNSCHTE EREIGNISSE

Im Laufe der drei Jahre wurden drei AEs registriert. Im ersten Fall traten nach dem Maximalkrafttest an der Brustpresse Schmerzen im Ellenbogen auf. Im Nachgang konnte röntgenradiologisch eine Verkalkung des Gelenks festgestellt werden. Da der Krafttest nur der Auslöser und nicht die Ursache der Schmerzen darstellte, wurde die Kausalität des AEs mit der HOT_{Gerät} als „unwahrscheinlich“ bewertet. Im zweiten Fall verspürte ein Teilnehmer nach der Leistungsdiagnostik starke Schmerzen im unteren Rücken. Eine Röntgenuntersuchung zeigte einen alten, durch Osteoporose verursachten Bruch der Lendenwirbelsäule. In diesem Fall wird vermutet, dass die Schmerzen durch die hohe Belastung beim Maximalkrafttest ausgelöst wurden, der Zusammenhang wurde als "sicher" bewertet. Im dritten Fall entwickelte ein Patient nach der ersten Trainingseinheit eine Aphasie, woraufhin eine neurologische Untersuchung stattfand, bei der eine Epilepsie diagnostiziert wurde. Auch dieses AE wurde als „unwahrscheinlich“ im Zusammenhang mit der HOT_{Gerät} eingestuft.

SAEs traten im Rahmen der HOT_{Gerät} nicht auf.

4.6 INTERVENTIONSEFFEKTE

4.6.1 ERGEBNISSE DER PHYSISCHEN LEISTUNGSDIAGNOSTIK

Interventionseffekte auf die Körperzusammensetzung

Die Ergebnisse der BIA (Tabelle 8) zeigten bei fast konstanten BMI ($p = 0,851$) eine signifikante Zunahme der Fettmasse um durchschnittlich 1,2 kg ($ES = 0,45$; $p < 0,002$). Bedingt dadurch, dass die Skelettmuskelmasse nicht im gleichen Umfang zunahm, sondern tendenziell eher abnahm, stieg der Körperfettanteil bei den Teilnehmenden signifikant von 31,3 % auf 32,7 % ($ES = 0,41$; $p = 0,008$).

TABELLE 8: INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE KÖRPERZUSAMMENSETZUNG (N=46)

Parameter	Pre	Post	Effektstärke	p-Wert
Body Mass Index [kg/m ²]	25,8 (23,6; 29,0)	25,8 (23,5; 29,1)	0,01	0,851
Fettmasse [kg]	24,7 ± 8,5	25,9 ± 8,4	0,40	0,009*
Körperfettanteil [%]	31,3 ± 9,1	32,7 ± 8,2	0,41	0,008*
Viszerales Fett [l]	2,2 (1,5; 3,4)	2,3 (1,3; 3,2)	0,11	0,486
Skelettmuskelmasse [kg]	23,4 (19,8; 29,7)	23,0 (20,0; 29,9)	0,28	0,058

Darstellung nicht-normalverteilte Daten: Median (Q1; Q3), normalverteilte Daten: Mittelwert ± Standardabweichung.

Fett: statistisch signifikant, * $p \leq 0,05$

Die Analyse der prozentualen Veränderung der Skelettmuskelmasse zeigt im Median eine Zunahme von 1,1 (-2,0; 4,3) Prozentpunkten. Wie dem Boxplot in Abbildung 6 zu entnehmen, wiesen nicht alle Teilnehmer nach Abschluss der HOT_{Gerät} eine Muskelmassezunahme auf. Um mögliche Einflussfaktoren auf das Ansprechen zu evaluieren, wurde eine vergleichende Analyse zwischen den Teilnehmern mit Muskelmassezunahme vs. Teilnehmern mit unveränderter/verringerte Muskelmasse durchgeführt. Die Ergebnisse befinden sich in Kapitel 4.7.2.

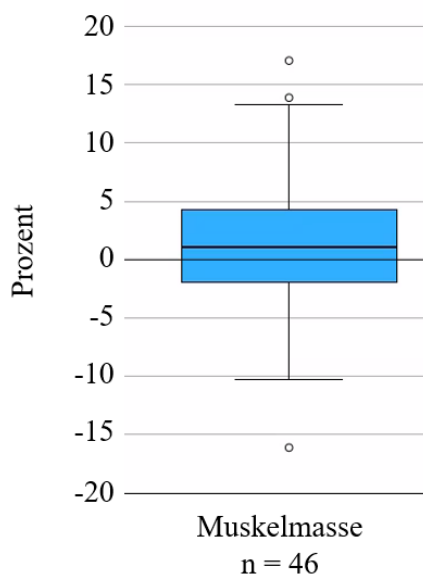


ABBILDUNG 6: PROZENTUALE VERÄNDERUNG DER SKELETTMUSKELMASSE ZUM AUSGANGSWERT

Interventionseffekte auf die Kraftfähigkeit

Nach Vollendung der HOT_{Gerät} konnte in allen Muskelgruppen eine signifikante Steigerung der Maximalkraft beobachtet werden, wobei die ES hoch waren ($ES > 0,08$; $p < 0,001$, Tabelle 9). Prozentual nahm die Maximalkraft in Abhängigkeit der Muskelgruppe im Mittel zwischen 13 % und 18 % zu (Abbildung 7).

TABELLE 9: INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE MAXIMALKRAFT

Parameter	n	Pre MW ± SD	Post MW ± SD	Effekt- stärke	p-Wert
Maximalkraft [kg]					
Beinstrecker	43	63 ± 21	74 ± 21	0,85	<0,001**
Beinbeuger	45	38 ± 14	44 ± 16	0,82	<0,001**
Bauchpresse	39	36 ± 8	43 ± 11	1,17	<0,001**
Rückenstrecker	42	60 ± 22	69 ± 19	0,81	<0,001**
Rudern	45	53 ± 18	62 ± 21	0,96	<0,001**
Brustpresse	44	58 ± 21	67 ± 21	0,95	<0,001**

MW, Mittelwert; SD, Standardabweichung
Fett: statistisch signifikant, ** $p < 0,001$

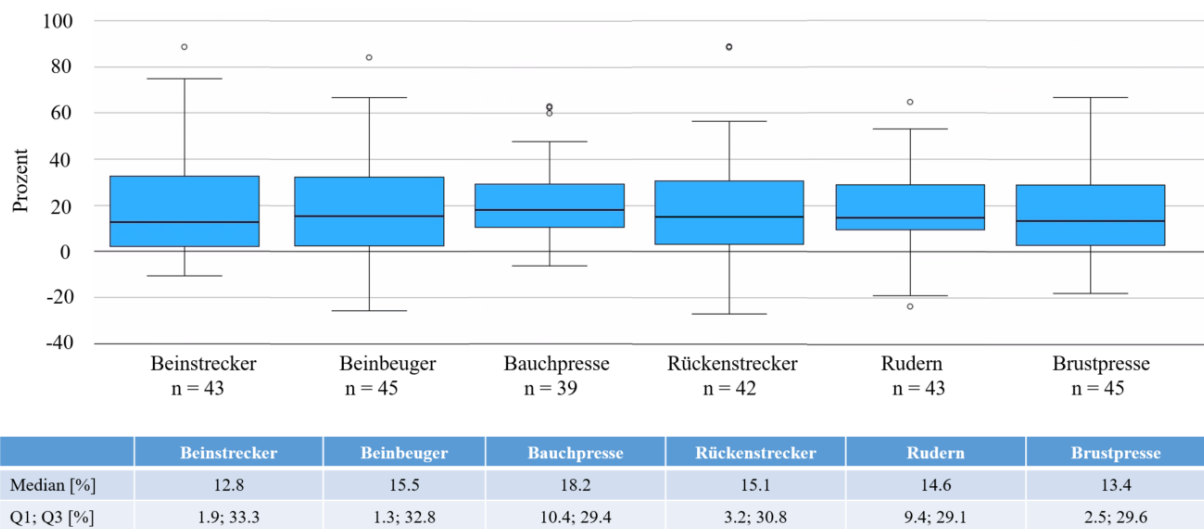


ABBILDUNG 7: PROZENTUALE VERÄNDERUNG DER MAXIMALKRAFT

Interventionseffekte auf die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit

Die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit der Teilnehmer war nach Abschluss der HOT_{Gerät} besser (Tabelle 10) als zu Beginn. So erhöhte sich die relative maximale Leistung im Durchschnitt von $1,58 \pm 0,48$ auf $1,75 \pm 0,54$ Watt/kg KG (ES = 0,73; $p < 0,001$). Das RPE war im post-Test signifikant geringer im Vergleich zum pre-Test (ES = 0,44; $p = 0,031$), bei unveränderter zentraler Tendenz von 19 auf der BORG-Skala. Die maximale Herzfrequenz war in der post-Messung im Durchschnitt um 4 Schläge pro Minute höher (ES = 0,33; $p = 0,040$). Der mediane Anstieg der relativen Maximalleistung nach Abschluss des HOT_{Gerät} betrug 8,5 % (Abbildung 8). Bei 30 % der Teilnehmer blieb die relative maximale Leistung jedoch gleich ($n = 6$) oder nahm ab ($n = 8$).

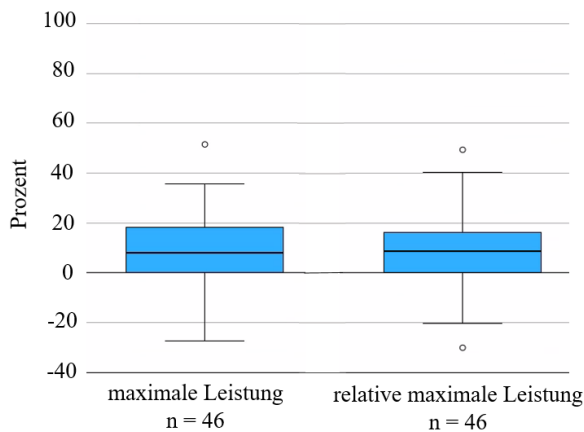
TABELLE 10: INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE KARDIOPULMONALE LEISTUNGSFÄHIGKEIT (N = 43)

Parameter	Pre	Post	Effektstärke	p-Wert
P_{max} [Watt]	123 ± 40	137 ± 45	0,75	<0,001**
rel. P_{max} [Watt/kg KG]	1,58 ± 0,48	1,75 ± 0,54	0,73	<0,001**
BORG-Skala	19 (17; 20)	19 (17; 19)	0,44	0,031*
CR-10-Skala	2,0 (0,0; 3,0)	1,3 (0,0; 3,0)	0,24	0,264
Hf_{max} [S/min]	144 ± 26	148 ± 27	0,33	0,040*

Darstellung nicht-normalverteilte Daten: Median (Q1; Q3), normalverteilte Daten: Mittelwert ± Standardabweichung.

Abkürzungen: P_{max}, maximale Leistung; rel. P_{max}, relative maximale Leistung; CR-10-Skala, Category Ratio Scale; Hf_{max}, maximale Herzfrequenz

Fett: statistisch signifikant, *p ≤ 0,05; **p < 0,001



	Max. Leistung	rel. max. Leistung
Median [%]	8,0	8,5
Q1; Q3 [%]	0,0; 18,2	0,0; 16,6

ABBILDUNG 8: PROZENTUALE VERÄNDERUNG DER LEISTUNG AUF DEM FAHRRADERGOMETER

4.6.2 PATIENT REPORTED OUTCOMES

Effekte auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität

Die Ergebnisse des pre-post Vergleichs brachten zum Vorschein, dass sich die HrQoL der Patienten signifikant verbesserte, wobei die Effekte moderat waren (ES = 0,61; p < 0,001,). So stieg der Score der globalen Lebensqualität von im Median pre 50 (42; 67) auf post 67 (50; 75) um 17 Punkte. Ebenso zeigten sich in allen Funktionsskalen signifikante Verbesserungen (p < 0,05), wobei die ES klein bis moderat waren (ES = 0,40 bis 0,59).

Signifikante Verbesserungen konnten ebenso bei der Müdigkeitssymptomatik nachgewiesen werden. Der Median verringerte sich hier um 12 Punkte von 56 (33; 67) in der pre-Messung auf 44 (22; 56) nach Abschluss des Trainings (ES = 0,34; p = 0,021). Auch die im EORTC QLQ-C30 abgefragte Schmerzsymptomatik zeigte eine signifikante Verbesserung (ES = 0,29; p = 0,048) im pre-post Vergleich, obwohl sich keine Unterschiede in der zentralen Tendenz

ergaben. Genaue Details zu den Ergebnissen des EORTC QLQ-C30 sind in Tabelle 11 dargestellt.

TABELLE 11: INTERVENTIONSEFFEKTE AUF DIE LEBENSQUALITÄT (N = 47)

Parameter ^a	Pre Median (Q1; Q3)	Post Median (Q1; Q3)	Effekt- stärke	p-Wert
Allgemeiner Gesundheitszustand/QoL [0-100]	50 (42; 67)	67 (50; 75)	0,61	<0,001**
Funktionsskalen [0-100]				
Physische Funktion	73 (53; 80)	80 (60; 93)	0,55	<0,001**
Rollenfunktion	50 (33; 67)	67 (50; 83)	0,59	<0,001**
Emotionale Funktion	58 (42; 83)	67 (50; 86)	0,40	0,006*
Kognitive Funktion	67 (50; 100)	83 (63; 100)	0,42	0,003*
Soziale Funktion	50 (33; 83)	67 (50; 100)	0,57	<0,001**
Symptomskalen [0-100]				
Müdigkeit	56 (33; 67)	44 (22; 56)	0,34	0,021*
Übelkeit/Erbrechen	0 (0; 17)	0 (0; 17)	0,27	0,069
Schmerzen	33 (17; 67)	33 (13; 50)	0,29	0,048*
Dyspnoe	33 (0; 67)	33 (0; 67)	0,22	0,147
Schlafstörungen	33 (33; 67)	33 (25; 67)	0,03	0,888
Appetitverlust	0 (0; 33)	0 (0; 33)	0,11	0,466
Obstipation	0 (0; 33)	0 (0; 33)	0,11	0,493
Diarrhoe	0 (0; 0)	0 (0; 33)	0,27	0,067
Finanzielle Probleme	0 (0; 33)	0 (0; 33)	0,08	0,661

^aEORTC QLQ-C30

Abkürzungen: QoL, Quality of Life

Fett: statistisch signifikant, * $p \leq 0,05$; ** $p < 0,001$

Interventionseffekte auf Fatigue, CIPN und körperliches Aktivitätsniveau

Nahezu identisch zu den Ergebnissen des EORTC QLQ-C30 wurden signifikante Verbesserungen mit kleiner bis mittlerer ES der mittels MFI-20 gemessenen Gesamtermüdung beobachtet ($p < 0,001$). Der hierfür repräsentative Total Fatigue Score reduzierte sich um 11 Punkte von 58 (45; 68) in der pre-Messung, auf 47 (37; 61) nach dem Training. Die Verbesserungen waren hauptsächlich auf eine Verringerung der „allgemeinen Müdigkeit“, der „körperlichen Müdigkeit“ und einer geringeren „reduzierten Aktivität“ nach der HOT_{Gerät} zurückzuführen. In allen drei Subkategorien wurden die höchsten pre-interventionellen Ausgangswerte mit einem Median von 13 verzeichnet. Mit einer mittleren ES von 0,58 zeigten sich die größten Effekte in der Verringerung der „körperliche Müdigkeit“. Keine signifikanten Veränderungen wurden hinsichtlich „verminderter Motivation“ ($p = 0,177$) und „geistige Ermüdung“ ($p = 0,336$)

beobachtet. Beide Parameter hatten in der pre-Diagnostik mit einem Median von 8 die geringste Ausprägung (**Tabelle 12**).

TABELLE 12: INTERVENTIONSEFFEKTE AUF SYMPTOME UND KÖRPERLICHE AKTIVITÄT

Parameter	Pre Median (Q1; Q3)	Post Median (Q1; Q3)	Effekt- stärke	p-Wert
Fatigue^a (n = 47)				
Subkategorien der Fatigue [4-20]				
Allgemeine Müdigkeit	13 (9; 16)	12 (8; 14)	0,48	<0,001**
Körperliche Müdigkeit	13 (9; 17)	10 (8; 13)	0,58	<0,001**
Verminderte Aktivität	13 (8; 16)	9 (7; 13)	0,50	<0,001**
Verminderte Motivation	8 (7; 11)	8 (6; 10)	0,20	0,177
Mentale Müdigkeit	8 (5; 14)	8 (5; 12)	0,14	0,336
Total Fatigue Score [0-100]	58 (45; 68)	47 (37; 61)	0,54	<0,001**
Neuropathie^b (n = 24)				
Neurotoxizität [0-52]	30 (24; 25)	34 (31; 39)	0,61	0,002*
Körperliche Aktivität^c (n = 45)				
Leisure Score Index [≥0]	30 (20; 53)	38 (25; 71)	0,42	0,004*

^aMFI-20

^bFACT/GOG-Ntx-13

^cGSLTPAQ

Abkürzungen: n, Stichprobengröße

Fett: statistisch signifikant, * $p \leq 0,05$; ** $p < 0,001$

Der Grad der Neurotoxizität wurde ausschließlich von den Teilnehmern beurteilt und pre-post analysiert, welche bereits vor Trainingsbeginn eine CIPN aufwiesen. Die Auswertung zeigt mittlere Effekte der HOT_{Gerät} auf die Neurotoxizität und eine Erhöhung des Scores um vier Punkte von pre 30 (24; 35) auf post 34 (31; 39) (ES = 61; $p = 0,002$, Tabelle 12).

Die körperliche Aktivität, bewertet mit dem LSI war am Ende der HOT_{Gerät} mit 38 (25; 71) signifikant höher als zu Beginn mit 30 (20; 53) (ES = 0,42; $p = 0,004$, Tabelle 12).

4.7 SUBGRUPPENANALYSEN

4.7.1 UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ABSOLVENTEN UND ABBRECHERN DER HOT_{GERÄT}

In Bezug auf die demographischen und krankheitsbezogenen Daten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Patienten, die die HOT_{Gerät} vollständig absolvierten und denen, die vorzeitig abbrachen. Jedoch gaben die Abbrecher bei der Beurteilung der Neurotoxizität einen signifikant höheren Score mit 44 (35; 47) im Vergleich zu den Absolventen (30 (24; 35) an ($p = 0,009$), was in dem Fall eine geringere Neurotoxizität für die Gruppe der Abbrecher bedeutet. Auffallend waren die im Median schlechtere QoL und höhere Fatigue-Symptomatik der Abbrecher beim pre-Test, jedoch waren diese Unterschiede nicht signifikant. Weitere Details zu den Gruppenunterschieden sind Tabelle 13 zu entnehmen.

TABELLE 13: SUBGRUPPENANALYSE DER ABSOLVENTEN UND ABBRECHER DER HOT_{GERÄT}

Parameter	Absolventen	Abbrecher	p-Wert
Fallzahl	47 (77)	14 (23)	
Geschlecht			0,236
Frauen	29 (83)	6 (17)	
Männer	18 (70)	8 (30)	
Alter [Jahren]	63 ± 11	64 ± 14	0,864
Berufsstatus			0,631
Pensioniert	28 (82)	6 (18)	
Arbeitend	16 (80)	7 (20)	
Arbeitslos	1 (50)	1 (50)	
Sport- erfahrungen			1,000
Durchgängig aktiv	26 (76)	8 (24)	
In Lebensphasen	19 (79)	5 (21)	
Nur Schulsport	2 (66)	1 (33)	
Krebsart			1,000
Solider Tumor	27 (77)	8 (23)	
Hämatologische Neoplasie	20 (77)	6 (23)	
Tumorentität			0,456
Lymphome inkl. CLL	12 (71)	5 (29)	
Gynäkologische Tumore / Brusttumoren	10 (77)	3 (23)	
Gastrointestinale Tumoren	10 (83)	2 (17)	
Myeloproliferative Erkrankung	6 (86)	1 (14)	
Urogenitale Tumore	5 (100)	0 (0)	
Neuroonkologische Tumoren	1 (33)	2 (66)	
Sonstige	2 (100)	0 (0)	

Parameter		Absolventen	Abbrecher	p-Wert
Therapie- intention				0,543
	Kurativ	23 (82)	5 (18)	
	Palliativ	24 (73)	9 (27)	
Therapiephase				0,408
	Therapiebegleitend	28 (80)	7 (20)	
	Nachsorge	17 (77)	5 (23)	
	Watch and wait	2 (66)	1 (33)	
	Therapiepause	0 (0)	1 (100)	
Komorbiditäten				
	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	18 (75)	6 (25)	1,000
	Diabetes mellitus	6 (66)	3 (33)	0,676
	Osteoporose	2 (66)	1 (33)	1,000
Lebensqualität	Allgemeiner Gesundheitszustand / QoL ^a	50 (42; 67)	33 (21; 63)	0,369
Fatigue	Total Fatigue Score ^b	58 (45; 68)	67 (57; 83)	0,520
CIPN	Neuropathie ^c	30 (24; 35)	44 (35; 47)	0,009*

Darstellung kategorische Variablen: Anzahl der Teilnehmenden (%), nicht-normalverteilte kontinuierliche Daten: Median (Q1; Q3), normalverteilte, kontinuierliche Daten: Mittelwert ± Standardabweichung.

^a EORTC QLQ-C30

^b MFI-20

^c FACT/GOG-NTX-C13, Absolventen: n = 24, Abbrecher: n = 5

Abkürzungen: n, Stichprobengröße; QoL, Lebensqualität; CIPN, Chemotherapie induzierte Polyneuropathie

Fett: statistisch signifikant, * $p \leq 0,05$

4.7.2 UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ABSOLVENTEN MIT MUSKELMASSEZUNAHME VS. UNVERÄNDERTER/VERRINGERTER MUSKELMASSE

Die Ergebnisse der BIA (4.6.1) brachten zum Vorschein, dass trotz des gezielten Hypertrophietrainings nur bei 61 % (n = 28) der Teilnehmer die FFM zunahm. Bei 39 % (n = 18) war nach der HOT_{Gerät} die FFM unverändert bzw. verringert. Um Hinweise darauf zu bekommen, welche Patienten nicht auf das Hypertrophietraining ansprechen, wurde eine Subgruppenanalyse durchgeführt.

Im Gruppenvergleich zeigten sich keine signifikanten Einflüsse demographischer Faktoren (Geschlecht, Alter) auf die Veränderung der FFM pre-post.

Bei Betrachtung der klinischen Daten fällt auf, dass von den Patienten mit einer unveränderten oder abnehmenden FFM 72 % (13 von 18) eine Chemotherapie erhalten hatten und ebenso viele an einer CIPN litten ($p = 0,037$ bzw. $p = 0,013$). Ebenso zeigten die Ergebnisse, dass 42 % der Patienten, die die HOT_{Gerät} begleitend zu einer Chemotherapie absolvierten, keine FFM aufbauen konnte. Zu den Entitäten, die vermehrt nicht auf das Hypertrophietraining ansprachen gehörten gastrointestinalen Tumoren (60 %) und Lymphome (42 %) (Tabelle 14).

TABELLE 14: DEMOGRAFISCHE UND KLINISCHE DATEN DER PATIENTEN MIT ERHÖHTER VS. UNVERÄNDERTER/REDUZierter FETTFREIER MASSE

Parameter	FFM erhöht	FFM unverändert/ reduziert	p-Wert
Fallzahl	28 (61)	18 (39)	
Geschlecht			0,518
Männer	12 (67)	6 (33)	
Frauen	16 (57)	12 (43)	
Alter [Jahren]	62 ± 12	65 ± 9	0,303
Tumorentität			0,152
Lymphome inkl. CLL	7 (58)	5 (42)	
Gynäkologische Tumore / Brusttumoren	7 (70)	3 (30)	
Gastrointestinale Tumoren	4 (40)	6 (60)	
Myeloproliferative Erkrankung	6 (100)	0 (0)	
Urogenitale Tumore	3 (75)	1 (25)	
Neuroonkologische Tumoren	0 (0)	1 (100)	
sonstige	1 (33)	2 (66)	
Therapiephase			0,399
Therapiebegleitend	18 (64)	10 (36)	
Nachsorge	8 (50)	8 (50)	
Watch and wait	2 (100)	0 (0)	

Parameter	FFM erhöht	FFM unverändert/ reduziert	p-Wert
Therapiebegleitende medizinische Maßnahmen			0,530
Chemotherapie	8 (57)	6 (43)	
Immuntherapie	3 (75)	1 (25)	
Antihormontherapie	3 (75)	1 (25)	
Zielgerichtete Therapie	2 (100)	0 (0)	
Radiochemotherapie	1 (100)	0 (0)	
Chemo- und Immuntherapie	0 (0)	1 (100)	
Bestrahlung	0 (0)	1 (100)	
Bislang erhaltene Therapien^o			
Operation	15 (56)	12 (44)	0,534
Chemotherapie	11 (46)	13 (54)	0,037*
Bestrahlung	7 (50)	7 (50)	0,342
Immuntherapie	4 (66)	2 (33)	1,000
Antihormontherapie	3 (60)	2 (40)	1,000
Radio-Jod-Therapie	1 (100)	0 (0)	1,000
Nebenwirkungen^o			
Fatigue	16 (57)	12 (43)	0,557
CIPN	9 (41)	13 (59)	0,013*
Nebenwirkungen der AHT	3 (60)	2 (40)	1,000
Knochenmetastasen	2 (40)	3 (60)	0,371
Lymphödem	2 (50)	2 (50)	1,000
Harninkontinenz	2 (66)	1 (33)	1,000
Kachexie	1 (50)	1 (50)	0,401
Begleiterkrankungen^o			
Herz-Kreislauf	10 (59)	7 (41)	1,000
Diabetes	4 (66)	2 (33)	1,000
Osteoporose	0 (0)	1 (100)	0,388

Darstellung kategorische Variablen: Anzahl der Teilnehmenden (%), kontinuierlichen Daten: Mittelwert $\pm$ Standardabweichung.

Abkürzungen: FFM, Fettfreie Masse; CLL, chronisch lymphatische Leukämie; ATH, Antihormon-Therapie; CIPN, Chemotherapie induzierte Polyneuropathie

^o Mehrfachnennung möglich

Fett, Statistisch signifikant, * $p \leq 0,05$

Keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zeigten sich im Aktivitätslevel, in der HrQoL sowie in der Ausprägung der Symptome Fatigue und CIPN vor Intervention (Tabelle 15).

Bei Betrachtung der Maximalkraftwerte aller untersuchten Muskelgruppen fiel auf, dass die Patienten, welche nach der HOT_{Gerät} eine erhöhte FFM aufwiesen, im pre-Test deutliche, zum

Teil signifikant höhere Ausgangswerte hatten als die Patienten, bei denen die FFM unverändert blieb bzw. abnahm. Die prozentuale Maximalkraftänderung war jedoch in beiden Gruppen vergleichbar, ebenso die Reizdichte (Tabelle 15).

TABELLE 15: GEGENÜBERSTELLUNG DER AKTIVITÄTSLEVEL, LEBENSQUALITÄT, MAXIMALKRAFT VOR INTERVENTION UND DIE MAXIMALKRAFTVERÄNDERUNG NACH INTERVENTION DER PATIENTEN MIT ERHÖHTER VS. UNVERÄNDERTER/REDUZIERTER FETTFREIER MASSE

Parameter	FFM erhöht	FFM unverändert/ reduziert	p-Wert
Fallzahl	28 (61)	18 (39)	
Aktivitätslevel			0,526
Aktiv	18 (64)	10 (36)	
Moderat aktiv	6 (67)	3 (33)	
Unzureichend aktiv	4 (44)	5 (56)	
Lebensqualität und Symptome bei Einschluss			
Allgemeiner Gesundheitszustand / QoL ^a	50 (42; 58)	50 (42; 67)	0,432
Total Fatigue Score ^b	59 (50; 78)	59 (48; 65)	0,465
CIPN ^c	30 (23; 36)	33 (27; 37)	0,480
Maximalkraft pre [kg]			
Beinstrecker	69 ± 20	53 ± 22	0,017*
Beinbeuger	41 ± 14	33 ± 13	0,068
Bauchkraft	39 ± 7	33 ± 9	0,027*
Rückenstrecker	66 ± 20	53 ± 22	0,062
Rudern	58 ± 17	46 ± 18	0,035*
Brustkraft	64 ± 20	51 ± 18	0,040*
Maximalkraftänderung [%]			
Beinstrecker	13 (4; 31)	12 (-1; 30)	0,877
Beinbeuger	16 (7; 43)	14 (-10; 28)	0,337
Bauchkraft	18 (11; 31)	24 (12; 35)	0,390
Rückenstrecker	14 (6; 21)	12 (-1; 28)	0,510
Rudern	15 (10; 32)	14 (-19; 26)	0,759
Brustkraft	14 (3; 30)	8 (-2; 41)	0,649
Reizdichte [x/Woche]	1,48 ± 0,25	1,52 ± 0,27	0,520

Darstellung kategorische Variablen: Anzahl der Teilnehmenden (%), nicht-normalverteilte kontinuierliche Daten: Median (Q1; Q3), normalverteilte kontinuierliche Daten: Mittelwert ± Standardabweichung. Abkürzungen: FFM, Fettfreie Masse; CIPN, Chemotherapie induzierte Polyneuropathie

^a EORTC QLQ-C30

^b MFI-20

^c FACT/GOG-NTX-C13, Absolventen: n = 24, Abbrecher: n = 5

Fett: Statistisch signifikant, *p ≤ 0,05

5. DISKUSSION

Ziel dieser Arbeit war es, die Sicherheit und Wirksamkeit der an der UMR durchgeführten gerätegestützten Bewegungstherapie auf die HrQoL und körperliche Leistungsfähigkeit bei hämatologischen und onkologischen Patienten zu evaluieren. Als Schlüsselergebnisse dieser Drei-Jahres-Real-World-Datenanalyse lassen sich zusammenfassen:

1. Die festgelegten Einschluss- und Ausschlusskriterien sowie FITT-Kriterien ermöglichen es Krebspatienten, unabhängig von Krebsentität, Behandlungsphase, Nebenwirkungen und Komorbiditäten, sicher zu trainieren.
2. Die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten konnte durch das individualisierte Training gesteigert werden.
3. Die HOT_{Gerät} führte zu einer Linderung der Symptomlast und zur Verbesserung der HrQoL.

5.1 CHARAKTERISTIK DER PATIENTEN

Insgesamt findet sich eine große Heterogenität der Patienten in der Kohorte wieder, was das Geschlecht, das Alter, die Krebsentität, die Therapieintention und vorausgegangene und laufende Therapien betrifft. Diese Heterogenität spiegelt die Realität der versorgungsbedürftigen Patienten am Standort wider. Der Anteil an Patienten mit hämatologischen Neoplasien ist mit fast 40%, verglichen mit der Gesamtinzidenz von rund 10% in der deutschen Bevölkerung (3), überproportional repräsentiert. Ein Grund dafür könnte sein, dass die HOT_{Gerät} vor allem an der UMR und in kooperierenden Praxen beworben wurde. Patienten aus anderen Versorgungszentren haben vor allem über Mundpropaganda, oder über Internetrecherche von dem Angebot erfahren, was zu einer gewissen Verzerrung der Teilnehmerrekrutierung geführt haben könnte. Eine weitere Ursache könnte auch in den demographischen Gegebenheiten und der Versorgungsstruktur Mecklenburg-Vorpommerns liegen. Mecklenburg-Vorpommern gehört flächenmäßig zu den sechs größten Bundesländern in Deutschland, weist aber eine geringe Bevölkerungsdichte auf, mit einer Ballung der Bevölkerung in den großen Städten (41). Zentren für hämatologische Neoplasien befinden sich außerhalb von Rostock nur noch in Greifswald und Neubrandenburg (42), weshalb diese Patienten hier überproportional im Vergleich zu Patienten mit soliden Tumoren vertreten sind.

Männer und Frauen nahmen das Angebot der HOT_{Gerät} im Untersuchungszeitraum nahezu gleichermaßen an, wobei der Frauenanteil leicht überwog. Das durchschnittliche Alter unserer Teilnehmer lag bei 63 Jahren. Verglichen mit den Daten der CIO Köln (43), waren die Kölner Patienten mit durchschnittlich 54 Jahren deutlich jünger als unsere Patienten. Vermutlich liegt der Unterschied im Anteil der eingeschlossenen Patientinnen mit Mammakarzinom, welche

häufiger jünger sind. Dieser Anteil ist an der UMR geringer, wahrscheinlich zusammenhängend mit der Tatsache, dass sich die Frauenklinik in Rostock an einem anderen Standort befindet. Bestärkt wird diese Vermutung zusätzlich dadurch, dass die Kohorte der CIO Köln zusätzlich einen höheren Frauenanteil aufweist (43).

Auffällig war, dass 94 % der Teilnehmer angaben, dass sie vor Erkrankung bereits sportlich aktiv waren. Dies deutet darauf hin, dass vornehmlich sportaffine Krebspatienten mit dem Angebot erreicht werden. Zukünftiges Ziel sollte daher sein, Maßnahmen zu entwickeln und zu implementieren, mit denen mehr sportlich inaktive Krebspatienten erreicht werden.

Ein Großteil der Teilnehmer hatte schon vor Start der HOT_{Gerät} ein hohes Level an körperlicher Aktivität. Bei gesunden Menschen wird ein LSI ≥ 24 als „aktiv“ klassifiziert (38). Unsere Kohorte hatte zum Zeitpunkt des Einschlusses im Median einen LSI von 30. Nicht explizit schriftlich festgehalten, aber häufig von den Patienten genannte Aktivitäten waren solche mit geringer Intensität, wie Spaziergänge oder das Praktizieren von so genannten „Body-Mind-Programmen“, häufig Yoga. Den Patienten wurde geraten ihre täglichen Gewohnheiten beizubehalten und nach Möglichkeit die Spaziergänge und „Body-Mind-Programme“ weiterhin zu absolvieren. Die signifikante Steigerung des mittleren LSI auf 38 nach Abschluss der HOT_{Gerät} deutet darauf hin, dass diese Empfehlungen angenommen und umgesetzt wurden. Durch die zusätzlich zur HOT_{Gerät} regelmäßig durchgeführten Aktivitäten muss berücksichtigt werden, dass die im Folgenden diskutierten Effekte nicht ausschließlich auf die HOT_{Gerät} zurückgeführt werden können.

Jeweils knapp die Hälfte aller Patienten absolvierte das Training in kurativer beziehungsweise palliativer Therapiephase. Die Daten dieser Studie lassen deshalb vermuten, dass es für palliative Patienten gleichermaßen wie für kurativ behandelte Patienten möglich ist, an einer Trainingsintervention dieser Art teilzunehmen. Diese Ergebnisse decken sich mit den Evidenzen aktueller Literatur, welche ein moderates, strukturiertes Training nicht nur für kurative, sondern auch für palliative Therapieintentionen empfehlen (44, 45). Gemäß aktueller Literatur besteht der Unterschied der Sportintervention von palliativen vs. kurativ behandelten Patienten primär in den Effekten der Trainingsintervention als in der generellen Durchführbarkeit. Während die Effekte palliativ behandelter Patienten primär auf die Verbesserung der Lebensqualität und der Reduktion der Symptome abzielen (44), erreichen Patienten mit kurativer Therapie bei einigen Krebsentitäten durch körperliche Betätigung zusätzlich ein verbessertes Gesamtüberleben. Hierzu zählen beispielsweise Kolonkarzinome, Mamma-Karzinome oder einige urogenitale Tumore (21, 22, 46). Aufgrund des begrenzten Beobachtungszeitraums, lässt sich das Gesamtüberleben in unserer Studie nicht mit abbilden, weitere prospektive Längsschnittstudien wären notwendig, um auch diesen Effekt auf Basis von Real World Daten zu untersuchen. Unsere Daten deuten in Übereinstimmung mit der aktuellen Literatur jedoch darauf hin, dass

für palliative Patienten keine generelle Kontraindikation zur Durchführung von Sportinterventionen besteht.

Die Sportintervention begleitend zur medizinischen Therapie durchzuführen, kann mit dem Risiko einhergehen, dass Patienten während der Intervention vermehrt unter therapieinduzierten Nebenwirkungen leiden (47). Unsere Patienten trainierten jedoch zu 60% begleitend zur medizinischen Therapie und erreichten positive Effekte bezogen auf die HrQoL und die körperliche Leistungsfähigkeit. Aktuelle Evidenzen zeigen, dass Patienten von einem therapiebegleitenden Training im Vergleich zu einem Training nach Abschluss der Therapie möglicherweise kurzfristig sogar mehr profitieren. Grund dafür ist, dass durch das therapiebegleitende Training ein Einbruch der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie die Aggravierung der Symptome verhindert und die Lebensqualität aufrechterhalten werden kann (48).

5.2 TRAININGSDAUER UND ABBRECHER

Unsere Patienten absolvierten die 24 Einheiten im Durchschnitt in 16 Wochen, was einer mittleren Reizdichte von 1,5 Einheiten pro Woche entspricht. Damit lag die Reizdichte zwar unterhalb der von uns und der WHO empfohlenen zwei Krafttrainingseinheiten pro Woche (7), jedoch über der vom CIO Köln berichteten Reizdichte von einer Trainingseinheit pro Woche (43). Diese Ergebnisse aus beiden Standorten, UMR und CIO Köln, machen deutlich, dass eine Umsetzung der Bewegungsempfehlungen bei Krebspatienten, unabhängig von der Therapiephase, nur schwer möglich ist. Gründe sind u. a. dass sich die Trainingstermine und Arzt-/Behandlungstermine überschneiden, die Patienten zwischenzeitlich stationäre Aufenthalte haben oder an (therapeutische) Nebenwirkungen, wie Übelkeit oder Kreislaufproblemen leiden, die ein Training ausschließen. Dennoch zeigten sich trotz des Nicht-Ereichens der empfohlenen Trainingsfrequenz eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der HrQoL sowie eine Reduktion der Symptomlast. Dies verdeutlicht, dass auch eine zielgerichtete körperliche Betätigung unterhalb der Empfehlungen positive Effekte für Krebspatienten liefert und somit diese einen Nutzen und eine Relevanz für die Patienten darstellt. Die Gründe dafür werden in Kapitel 5.4 diskutiert.

Der Anteil der Patienten, welche die HOT_{Gerät} vorzeitig abbrachen, lag innerhalb der beobachteten drei Jahre bei 20 % bis 25 %. Ein Großteil der Abbrecher unserer Kohorte musste aufgrund von Progression der Erkrankung oder Nebenwirkungen der medizinischen Therapie ausscheiden. Beide Gründe sind nicht oder nur bedingt vorhersehbar. Zum jetzigen Zeitpunkt geben weder demographische noch klinische Parameter Aufschluss darüber, welche Patienten die HOT_{Gerät} vorzeitig abbrechen.

Einer Metaanalyse ist zu entnehmen, dass die Abbruchraten bei onkologischen Bewegungsinterventionen in RCT-Setting bei etwa 10 % liegt (49). Die Real-World-Analyse der OTT® des CIO Köln zeigte eine Abbruchquote von 31 % (43), was vergleichbar mit unseren Ergebnissen ist. Die doch deutlichen Unterschiede zwischen RCT und Real-World Daten sind vermutlich auf die unterschiedlichen Ein- und Ausschlusskriterien (z. B. Entität(en), Stadium der Erkrankung etc.) zurückzuführen. Analysen, die Patienten mit fortgeschrittenen Krebserkrankungen unter Bewegungstherapien untersuchten, vergleichbar mit unserer Kohorte, konnten nicht gefunden werden. Bedingt durch die wenigen verfügbaren Real-World-Daten sind unsere Ergebnisse daher nur schwer einzuordnen, spiegeln jedoch die derzeitige Versorgungsrealität am Standort wider. Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse bzw. Abbruchquoten aus RCTs auf die reale Versorgungssituation scheinen folglich nur eingeschränkt möglich zu sein (43).

5.3 UNERWÜNSCHTE EREIGNISSE

Die Zahl AEs war mit nur drei dokumentierten Ereignissen gering, zumal nur ein AE als mit der HOT_{Gerät} in Verbindung stehend bewertet wurde. Trotz weniger AEs scheint die größte Risikoquelle der HOT_{Gerät} die Durchführung des Maximalkrafttests zu sein. Aus diesem Grund sollte die Entscheidung beibehalten werden, alle Knochenmetastasen als frakturgefährdet zu betrachten und auf den Maximalkrafttest an Geräten der betroffenen Körperregionen zu verzichten. Ebenso sollte besondere Vorsicht bei Patienten mit Osteoporose gelten. Hier sollten die Trainingswiderstände manuell eingestellt und kein Maximalkrafttest durchgeführt werden. Grundsätzlich bietet das kontrollierte Training an Geräten ausreichend viel Sicherheit, da die Geräte nicht nur Halt und Stabilität bieten, sondern durch die geführte Bewegung und die individuellen Einstellungen entsprechend der Anthropometrie fehlerhafte Bewegungen vermieden werden (50, 51).

In Übereinstimmung mit der aktuellen Literatur, welche die Sicherheit eines evidenzbasierten Trainings für Krebspatienten attestiert (52–55), lässt sich festhalten: Die HOT_{Gerät} ermöglicht ein sicheres Training, wenn die definierten Zulassungs- und FITT-Kriterien eingehalten werden. Die Kriterien können hierbei entitätsübergreifend und unabhängig von der Therapiephase in der Praxis angewendet werden.

5.4 EFFEKTE DER HOT_{GERÄT} AUF DIE KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Bei der Mehrzahl der Teilnehmer, die die HOT_{Gerät} vollständig absolvierten, konnten Verbesserungen der Kraftfähigkeiten und der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. Ebenso konnten die Symptome CrF und CIPN gelindert sowie die HrQoL gesteigert werden.

Diese Ergebnisse decken sich mit denen vorangegangener RCTs (13, 15–19, 56, 57). Trotzdem überraschen die Ergebnisse, da zum einen die mediane Trainingsfrequenz mit 1,5 Einheiten pro Woche unter der empfohlenen Frequenz von zwei Einheiten pro Woche lag (5, 7, 8) und zum anderen sich viele Patienten während ihrer Teilnahme an der HOT_{Gerät} unter medizinischer Therapie befanden.

Die hohe Effektivität des Krafttrainings lässt sich vermutlich auf die Einhaltung zweier wichtiger Trainingsprinzipien zurückführen: Zum einen auf das Prinzipien der Spezifität und zum andern auf das Prinzip der progressiven Belastungssteigerung (58). Des Weiteren wurde bei vorgegebener Bewegungsgeschwindigkeit, welche die Teilnehmer auf den Monitoren verfolgen konnten, die Anzahl der Sätze und Wiederholungen und damit die Spannungsdauer (Time Under Tension), basierend auf der aktueller Evidenz festgelegt (23). Trotzdem ist anzunehmen, dass die Kraftzuwächse in erster Linie auf einen motorischen Lerneffekt zurückzuführen sind. Diese Annahme stützt sich auf die Beobachtung, dass sich keine signifikanten Gruppenunterschiede in der Kraftsteigerung und der Trainingsdichte zwischen Patienten mit erhöhter und gleichbleibender / reduzierter Muskelmasse zeigten. Die Folge des motorischen Lernens ist eine verbesserte intra- und intermuskuläre Koordination, die zu einer effizienteren Kraftübertragung und einer stabileren Bewegungskoordination führt. Eine gesteigerte muskuläre Koordination äußert sich insbesondere durch eine bessere Synchronisation und Rekrutierung motorischer Einheiten, eine Reduktion antagonistischer Aktivität und die verstärkte Aktivierung synergistischer Muskeln (59, 60).

Im Gegensatz dazu scheint die muskuläre Adaptation im Sinne der Hypertrophie eine eher untergeordnete Rolle zu spielen. Das Hypertrophietraining in Zyklus 2 führte nur bei 61 % der Patienten zu einer Zunahme der Muskelmasse. Bei Vergleich der Patienten mit Zunahme und gleichbleibender / reduzierter Muskelmasse wurde deutlich, dass vor allem Patienten, die eine Chemotherapie erhalten hatten oder an einer CIPN litten, auf das Hypertrophietraining nicht ansprachen.

Die Effekte einer Chemotherapie auf den Muskelmetabolismus wurden bereits in diversen präklinischen und klinischen Studien erforscht und es gibt starke Evidenzen dafür, dass Chemotherapeutika den Abbau von Muskelproteinen fördern, unter anderem durch Reaktionen auf Entzündungsprozesse und Entzündungsmarker, die durch die Therapie freigesetzt

werden. Bestimmte Chemotherapeutika induzieren den Anstieg proinflammatorischer Zytokine, die wiederum den aktiven Proteinkatabolismus fördern und gleichzeitig zu einer verringerten Proteinsynthese und/oder mitochondrialen Funktion führen, was in dem Verlust von Muskelproteinen resultiert (61–63). Außerdem ist die Kachexie eine unerwünschte Nebenwirkung der Therapeutika, bei der häufig eine systemische Inflammation vorliegt und die diesen Effekt verstärkt (64, 65).

Ebenso kann eine CIPN zu einem Kraft- und Muskelmasseverlust führen, da die neurotoxischen Effekte der Chemotherapeutika nicht nur sensorische, sondern auch motorische Nerven betreffen können (66). Die genaue Entstehung des Pathomechanismus ist bisher noch nicht ganz klar, jedoch ist bekannt, dass neurotoxische Chemotherapeutika zu einer axonalen und neuronalen Demyelinisierung führen können und in Folge dessen, wenn motorische Nerven betroffen sind, auch zu einer Denervierung der Muskulatur (67). Dieser Prozess resultiert in einer Muskelschwäche und der Atrophie der betroffenen Muskulatur (66).

Wie schon erwähnt, beinhaltete die Gruppe der Patienten mit unveränderter / reduzierter Muskelmasse signifikant mehr Patienten mit einer CIPN. Die beschriebenen Auswirkungen einer CIPN liefern eine mögliche Erklärung dafür, dass die Gruppe mit unveränderter / reduzierter Muskelmasse nicht auf das Hypertrophietraining ansprach, und zusätzlich auch signifikant geringere Maximalkraftwerte fast aller Muskelgruppen im pre-Test aufwies, verglichen zu den Patienten mit gesteigerter Muskelmasse. Ein möglicher Einflussfaktor dieses Ergebnisses könnte die ungleiche Geschlechterverteilung in beiden Gruppen sein: Die Gruppe der Muskelzunahme erhielt weniger Frauen. Dies könnte die niedrigen Maximalkraftwerte im pre-Test erklären, nicht jedoch das fehlende Ansprechen auf das Hypertrophietraining.

Welchen Einfluss das SMT auf die Kraftzunahme bei Patienten mit CIPN hatte, kann nicht bewertet werden, da die Effekte nicht klar von denen des Kraft-Ausdauertrainings abgrenzbar sind. Allerdings führt das SMT zu einer besseren Kontrolle über die einzelnen Muskelgruppen und darüber potentiell zu einer Kraftzunahme (18, 56).

Bedacht werden muss auch, dass ein Ernährungs- oder Energiedefizit durch eine Reduktion der Glykogenspeicher und/oder der Veränderung des Hormonhaushalts zu einem Abbau der Muskelmasse führen kann (68, 69). In unserer Kohorte kann das jedoch vermutlich ausgeschlossen werden, da der BMI der Patienten in der pre- und post-Messung nahezu konstant blieb und darüber hinaus ein leichter Anstieg der Fettmasse verzeichnet werden konnte. Zudem spricht die verbesserte körperliche Leistungsfähigkeit dagegen.

Das kombinierte Kraft-Ausdauertraining zeigte weiterhin mittlere Effekte auf die Steigerung der kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit der Patienten. Diese signifikante Steigerung lässt sich potentiell auf drei Dinge zurückführen: Zum einen auf die eigenständige körperliche Be-

tätigung der Patienten zusätzlich zur Trainingsintervention, zum Beispiel im Rahmen von Spaziergängen, zum anderen durch die Steigerung der Kraft von Beinen und Rumpfmuskulatur durch das Krafttraining und das SMT. Zudem könnte der Effekt auch durch eine verbesserte Körperwahrnehmung entstanden sein, welche zu einer Steigerung des Selbstbewusstseins und des Vertrauens in den eigenen Körper führt (70). Hinweisend hierfür ist die signifikant höhere Herzfrequenz im post-Test, die darauf schließen lässt, dass die Patienten sich intensiver belastet haben, obwohl zu beiden Testzeitpunkten eine subjektive Ausbelastung bis zur Erschöpfung wahrgenommen wurde.

Der Goldstandard zur Erhebung der kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit, ist die Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}), die sich im Falle einer Leistungssteigerung erhöhen würde (71). Ob die HOT_{Gerät} tatsächlich zu einer gesteigerten VO_{2max} führte, wurde nicht gemessen, da für diese Untersuchung spezielles Messequipment und ausgebildetes Personal notwendig gewesen wäre, welches beides kostenintensiv ist und sich (derzeit) nicht in die Normalversorgung integrieren lässt. Außerdem sind kontrollierte Trainingsintensitäten, die sich nach Prozentwerten der VO_{2max} richten, sehr schwierig in der Normalversorgung von Patienten zu implementieren und daher in der Untersuchung von Real-World-Verhältnissen eher ungeeignet. Deswegen wurde ein praktikablerer Ansatz gewählt und die BORG-Skala zur Intensitätssteuerung genutzt. Diese hat sich zur Kontrolle der Intensität als nachhaltig verlässlich erwiesen und kann zudem sowohl für Ausdauer- als auch für Krafttraining verwendet werden (72).

5.5 EFFEKTE DER HOT_{GERÄT} AUF DIE HRQOL

Die erkennbare hochsignifikante Verbesserung der HrQoL der Patienten, steht im Einklang mit den in der Literatur beschriebenen Auswirkungen körperlicher Aktivitäten auf die psychische Gesundheit. Den Ergebnissen der Metaanalyse von Gerritsen et al. (73) folgend, sind die Hauptkomponenten zur Verbesserung der HrQoL die Verbesserung des generellen Wohlbefindens und eine Reduktion der CrF durch körperliche Aktivität. Beide Parameter konnten durch die Teilnahme an der HOT_{Gerät} verbessert werden. Die Resultate dieser Arbeit zeigten kleine bis mittlere Effekte auf die Verbesserung der globalen QoL und der psychosozialen Funktion. Diese Ergebnisse überraschen nicht, denn es sind bereits zahlreiche positive Effekte von körperlicher Aktivität auf das psychosoziale Wohlbefinden beschrieben worden (14, 74). Wie schon in Kapitel 5.4 genannt, fördert gezielte körperliche Betätigung das Selbstbewusstsein und dadurch auch das Gefühl der Selbstwirksamkeit (70). Zusätzlich werden positive soziale Effekte eines Gruppentrainings beschrieben, die nicht nur die Motivation des Einzelnen fördern, sondern auch Zusammenhalt und soziale Unterstützung bewirken (75). Da die HOT-

Gerät in Kleingruppen durchgeführt wurde, könnte dies ursächlich für die Verbesserung der psychosozialen Funktion sein, jedoch wurde dies nicht systematisch miterfasst und bleibt daher spekulativ.

Auf somatischer Ebene führt sportliche Betätigung zu einer gesteigerten körpereigenen Ausschüttung von Botenstoffen wie Serotonin und Dopamin, welche zu einer Stressreduktion und zur Stimulierung des Belohnungssystems im Gehirn führen (76, 77). Grundsätzlich führt eine verbesserte körperliche Funktionalität der Patienten im Alltag und eine dadurch bedingte verbesserte Teilhabe, zu einer Steigerung der globalen QoL, weshalb diese Parameter nicht vollständig unabhängig voneinander betrachtet werden können.

In der Symptomskala des EORTC-QLQ-C30 konnten die Symptome „Müdigkeit“ und „Schmerzen“ geringfügig, aber signifikant reduziert werden. Es ist bereits bekannt, dass Schmerzen einer starken affektiven Komponente unterliegen, weshalb sich das psychische Wohlbefinden und die wahrgenommene Selbstwirksamkeit der Patienten auch auf die Schmerzwahrnehmung auswirkt (78). Zusätzlich führen absteigende Bahnen im Rückenmark durch die moderate bis intensive Bewegungsintensität zu einer Schmerzmodulation, was die so genannte „Exercise-Induced Hypoalgesia“ darstellt. Der genaue Mechanismus ist noch nicht gänzlich erforscht, es wird jedoch angenommen, dass eine gesteigerte Aktivität monoaminerger Systeme, wie Serotonin und Noradrenalin und eine endogene Opioidausschüttung, zu einer Schmerzregulierung auf Rückenmarksebene führt. Laut aktueller Studienlage spielt Noradrenalin vor allem bei hochintensiven Belastungen eine Rolle, weshalb dieser Neurotransmitter hier vernachlässigt werden kann (77, 79, 80).

Die Verbesserung des Symptoms „Müdigkeit“ lässt sich vermutlich auf eine Reduktion der CrF zurückführen. In den Ergebnissen dieser Arbeit zeigten sich geringe bis mittlere Effekte in der Reduktion der CrF bei den Patienten. CrF gilt als „lebensqualitätsbezogenen Faktor“, weshalb eine Verbesserung dieses Parameters sich positiv auf die HrQoL auswirkt (73). Da bereits in vergangenen Studien eine effektive Reduktion der CrF durch die angewandten FITT-Kriterien gezeigt wurde, ist anzunehmen, dass diese auch bei der HOT_{Gerät} zu den erwünschten Effekten geführt hat (23). Folglich scheinen moderate bis hohe Trainingsintensitäten effektiver bei CrF zu sein als niedrige Intensitäten (19, 57). Dafür spricht, dass unsere Patienten bereits vor Teilnahme einen hohen medianen LSI aufwiesen, der durch überwiegend niedrig-intensive körperliche Aktivitäten zustande kam.

Auffallend in unserer Kohorte war, dass trotz hoher allgemeiner körperlicher Müdigkeit, die ein Hindernis für körperliche Aktivität darstellt (81), die Motivation - als Komponente des Fatigue-Fragebogen - nur geringfügig reduziert war. Motivation ist der Schlüssel für eine kontinuierliche Trainingsteilnahme und Studien konnten bereits zeigen, dass es vor allem sportlich erfahrene Patienten sind, die bei einer Krebserkrankung körperlich aktiv sind (8, 82, 83). Diese Tatsache

ist möglicherweise der, oder zumindest ein Grund, dass fast ausschließlich sportlich erfahrene Patienten bisher an der HOT_{Gerät} teilnahmen.

Das SMT bei Patienten mit CIPN zur Linderung der Symptome der Neurotoxizität zeigte den erwarteten positiven Effekt (17). Allerdings ist hierbei schwer abzugrenzen, ob diese Effekte explizit auf das SMT zurückzuführen waren oder auf das multimodale Training der HOT_{Gerät}. Insgesamt mangelt es an qualitativ hochwertigen Studien, die zuverlässige Schlussfolgerungen zulassen würden (56).

Ob das SMT einen präventiven Effekt bei Patienten mit CIPN-Risiko hatte, wie in der Studie von Streckmann et al. (18) beschrieben, kann nicht abschließend beurteilt werden, da diese Frage nicht Bestandteil der vorliegenden Studie war. Auf der Grundlage aktueller Evidenzen (18, 56, 84) sollte bei Patienten mit CIPN-Risiko aber ein SMT durchgeführt werden, da möglicherweise die Ausprägung bzw. den Schweregrad einer CIPN reduziert werden kann.

In Hinblick auf die Beurteilung der Effekte der HOT_{Gerät} auf die HrQoL darf nicht unerwähnt bleiben, dass HrQoL ein Konstrukt aus mehreren Dimensionen – körperlich, psychisch und sozial - ist. Jedoch decken die gewählten Assessments nicht alle Dimensionen gleichwertig ab. So dominieren in der Bewertung die Tests zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie die Symptome Fatigue und Neurotoxizität, da sie primär durch das Training adressiert werden. Psychologische Dimensionen, wie Angst, Depression und Stress, aber auch soziale Interaktionen während des Trainings in Kleingruppen wurden bei der Evaluation nicht berücksichtigt. Eine Überlegung wäre die Integration weiterer Fragebögen, um diese Parameter erfassen zu können. In Frage kämen beispielsweise die „Hospital Anxiety Depression Scale“ (85), das „Disstress Thermometer“ (86) oder auch der „Group Questionnaire“ (87).

6. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die HOT_{Gerät} ist eine evidenzbasierte und individualisierte Bewegungstherapie, die es Krebspatienten ermöglicht sicher und effektiv zu trainieren, unabhängig von der Entität und Therapiephase. Die Drei-Jahres-Real-World-Datenanalyse brachte zum Vorschein, dass fast ausschließlich sportlich erfahrene Patienten an der HOT_{Gerät} teilnahmen und sportlich inaktive/unerfahrene nur unzureichend mit diesem Therapieansatz erreicht werden. Zukünftiges Ziel sollte daher sein, Maßnahmen zu entwickeln und zu implementieren, mit denen vermehrt sportlich inaktive Krebspatienten angesprochen werden. Die Abbruchquote in den ersten drei Jahren war fast doppelt so hoch wie in RCTs beschrieben. Folglich scheint die Übertragbarkeit der Erkenntnisse bzw. Abbruchquoten aus RCTs auf die reale Versorgungssituation nur eingeschränkt möglich zu sein.

Erfreulich und positiv zu bewerten ist, dass trotz geringer Trainingsfrequenz von 1,5 Einheiten pro Woche ausgewählte Symptome reduziert, die Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit gesteigert und die HrQoL der Patienten verbessert werden konnte. Der Kraftzuwachs scheint dabei primär auf motorische Lerneffekte zurückzuführen sein. Die Ergebnisse einer Subgruppenanalyse deuten darauf hin, dass vor allem Patienten, die (neurotoxische) Chemotherapien erhalten regelmäßig Krafttraining durchführen sollten, um einen einem Verlust an Muskelmasse und -kraft entgegenzuwirken.

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse dieser Real-World Datenanalyse das Potenzial der HOT_{Gerät} als sicheres und wirksames bewegungstherapeutisches Angebot in der onkologischen Versorgung. Damit zukünftig mehr Patienten von diesem Angebot profitieren können, müssen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden, um die Kapazitäten zu vergrößern.

Limitiert wurde diese Studie vor allem durch die kleine Stichprobengröße, insbesondere in den Subgruppenanalysen. Folglich sollten weitere Evaluationen durchgeführt werden, um die Ergebnisse zu validieren und möglicherweise zu konkretisieren.

7. THESEN

1. An der hämatologischen und onkologischen Trainingstherapie an Geräten (HOT_{Gerät}) nehmen vorwiegend sportlich erfahrene Patienten teil. Sportlich unerfahrene Patienten werden mit dem Therapieansatz nur unzureichend erreicht.
2. Die evidenzbasierten FITT-Kriterien und festgelegten Zulassungskriterien ermöglichen Krebspatienten entitätsübergreifend sowohl während als auch nach der medizinischen Therapie ein sicheres Training.
3. Die Maximalkrafttests stellen das höchste Sicherheitsrisiko bei der HOT_{Gerät} dar. Bei Patienten mit Knochenmetastasen, Osteolysen oder (starker) Osteoporose sollte darauf verzichtet werden bzw. die Tests nur an ausgewählten Muskelgruppen durchgeführt werden.
4. Die Abbruchquote lag in den ersten 3 Jahren mit 20-25% über der Abbruchquote in randomisierten kontrollierten Studien (ca. 10%).
5. Klinische und demographische Parameter ermöglichen zum jetzigen Zeitpunkt keine prognostische Aussage über einen vorzeitigen Abbruch der HOT_{Gerät}.
6. Therapie- und krankheitsbedingte Nebenwirkungen, Arzt-/Behandlungstermine und stationäre Aufenthalte sind primär ursächlich dafür, dass die empfohlene Trainingsfrequenz von 2 Einheiten pro Woche nicht erreicht wurde (in Mittel 1,5 Einheiten/Woche).
7. Mittels der gewählten FITT-Kriterien können die therapie- und krebsspezifischen Symptome Neuropathie und Cancer related Fatigue reduziert werden.
8. Patienten können durch die Teilnahme an der HOT_{Gerät} ihre gesundheitsbezogene Lebensqualität, sowie ihre Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit verbessern.
9. Speziell für Patienten, die (neurotoxische) Chemotherapien erhalten, hat Krafttraining zum Erhalt der Muskelmasse und –kraft eine hohe Relevanz.
10. Die Kraftzuwächse scheinen primär auf motorische Lerneffekte zurückzuführen sein.

8. LITERATUR

1. Statistisches Bundesamt. Weltkrebstag: Zahl der stationären Krebsbehandlungen 2022 auf neuem Tiefstand; 2024 [Stand: 04.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/02/PD24_N005_231.html?utm_source=chatgpt.com.
2. Robert Koch Institut. Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes.: Einzelkapitel: Welche Auswirkungen hat der demografische Wandel auf Gesundheit und Gesundheitsversorgung?; 2015.
3. Robert Koch-Institut und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. RKI – Krebs in Deutschland für 2019/2020. 14. Aufl. Berlin; 2023.
4. Statistisches Bundesamt. Bevölkerungsdichte in Deutschland nach Bundesländern zum 31. Dezember 2022 (Einwohner pro km²) [Graph]; 2023. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1242/umfrage/bevoelkerungsdichte-in-deutschland-nach-bundeslaendern/>.
5. Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF, Hrsg. Leitlinienprogramm Onkologie: S3 Leitlinie Komplementärmedizin bei onkologischen PatientInnen Langversion 2.0; 2024 AWMF-Registernummer: 032-055OL [Stand: 10.01.2025]. Verfügbar unter: <https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/komplementaermedizin/>.
6. Samuel JN, Booth CM, Eisenhauer E, Brundage M, Berry SR, Gyawali B. Association of Quality-of-Life Outcomes in Cancer Drug Trials With Survival Outcomes and Drug Class. JAMA Oncol 2022; 8(6):879–86. doi: 10.1001/jamaoncol.2022.0864.
7. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. 1st ed. Geneva: World Health Organization; 2020 [Stand: 06.02.2025]. Verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf?sequence=1>.
8. Bushman BA, Hrsg. ACSM's complete guide to fitness & health. Second edition. Champaign IL: Human Kinetics; 2017.
9. Rütten A, Pfeifer K, Hrsg. Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung. Auflage: 1.2.06.17. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA); 2017. (Forschung und Praxis der Gesundheitsförderung Sonderheft 3) [Stand: 17.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Praevention/Broschueren/Bewegungsempfehlungen_BZgA-Fachheft_3.pdf?utm_source=chatgpt.com.

10. Goss F, Aly A-F, Hrsg. *Praktische Telemedizin in Kardiologie und Hypertensiologie*: 32 Tab. Stuttgart, New York, NY: Thieme; 2009. (Referenz-Reihe Kardiologie).
11. Edelmann F, Wachter R, Duvinage A, Mueller S, Fegers-Wustrow I, Schwarz S et al. Combined endurance and resistance exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a randomized controlled trial. *Nature medicine* 2025; 31(1):306–14. Verfügbar unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39747684/>.
12. Gu J, Hu M, Chen Y, Yu J, Ji Y, Wei G et al. Bibliometric analysis of global research on physical activity and sedentary behavior in the context of cancer. *Front Oncol* 2023; 13:1095852. doi: 10.3389/fonc.2023.1095852.
13. Sweegers MG, Altenburg TM, Chinapaw MJ, Kalter J, Verdonck-de Leeuw IM, Courneya KS et al. Which exercise prescriptions improve quality of life and physical function in patients with cancer during and following treatment? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2018; 52(8):505–13. doi: 10.1136/bjsports-2017-097891.
14. Martínez-Vizcaino V, Cavero-Redondo I, Reina-Gutiérrez S, Gracia-Marco L, Gil-Cosano JJ, Bizzozero-Peroni B et al. Comparative effects of different types of exercise on health-related quality of life during and after active cancer treatment: A systematic review and network meta-analysis. *J Sport Health Sci* 2023; 12(6):726–38. doi: 10.1016/j.jshs.2023.01.002.
15. Zhang Q, Gao Y, Wang W, Zhao X, Yu J, Huang H. Effect of resistance exercise on physical fitness, quality of life, and fatigue in patients with cancer: a systematic review. *Front Oncol* 2024; 14:1393902. doi: 10.3389/fonc.2024.1393902.
16. Baguley BJ, Bolam KA, Wright ORL, Skinner TL. The Effect of Nutrition Therapy and Exercise on Cancer-Related Fatigue and Quality of Life in Men with Prostate Cancer: A Systematic Review. *Nutrients* 2017; 9(9). doi: 10.3390/nu9091003.
17. Huang Y, Tan T, Liu L, Yan Z, Deng Y, Li G et al. Exercise for reducing chemotherapy-induced peripheral neuropathy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Neurol* 2023; 14:1252259. doi: 10.3389/fneur.2023.1252259.
18. Streckmann F, Elter T, Lehmann HC, Baurecht H, Nazarenus T, Oschwald V et al. Preventive Effect of Neuromuscular Training on Chemotherapy-Induced Neuropathy: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med* 2024. doi: 10.1001/jamainternmed.2024.2354.
19. Zhou H-J, Wang T, Xu Y-Z, Chen Y-N, Deng L-J, Wang C et al. Effects of exercise interventions on cancer-related fatigue in breast cancer patients: an overview of systematic

- reviews. *Supportive care in cancer* 2022; 30(12):10421–40. doi: 10.1007/s00520-022-07389-5.
20. Yang L, Morielli AR, Heer E, Kirkham AA, Cheung WY, Usmani N et al. Effects of Exercise on Cancer Treatment Efficacy: A Systematic Review of Preclinical and Clinical Studies. *Cancer Res* 2021; 81(19):4889–95. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-21-1258.
21. Patel AV, Friedenreich CM, Moore SC, Hayes SC, Silver JK, Campbell KL et al. American College of Sports Medicine Roundtable Report on Physical Activity, Sedentary Behavior, and Cancer Prevention and Control. *Med Sci Sports Exerc* 2019; 51(11):2391–402. doi: 10.1249/MSS.0000000000002117.
22. Cormie P, Zopf EM, Zhang X, Schmitz KH. The Impact of Exercise on Cancer Mortality, Recurrence, and Treatment-Related Adverse Effects. *Epidemiol Rev* 2017; 39(1):71–92. doi: 10.1093/epirev/mxx007.
23. Campbell KL, Winters-Stone KM, Wiskemann J, May AM, Schwartz AL, Courneya KS et al. Exercise Guidelines for Cancer Survivors: Consensus Statement from International Multidisciplinary Roundtable. *Med Sci Sports Exerc* 2019; 51(11):2375–90. doi: 10.1249/MSS.0000000000002116.
24. Schmitz KH, Campbell AM, Stuiver MM, Pinto BM, Schwartz AL, Morris GS et al. Exercise is medicine in oncology: Engaging clinicians to help patients move through cancer. *CA Cancer J Clin* 2019; 69(6):468–84. doi: 10.3322/caac.21579.
25. Wiskemann J, Baumann F. Update: S3-Leitlinie Bewegungstherapie bei onkologischen Erkrankungen. *Forum* 2022; 37(6):449–51. doi: 10.1007/s12312-022-01142-z.
26. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation e. V. Rehabilitationssport und Funktionstraining: Rahmenvereinbarung; 2022 [Stand: 20.08.2024]. Verfügbar unter: [file:///H:/\\$_Zentrale_Ordner/Downloads/Rehabilitationssport+und+Funktionstraining+Rahmenvereinbarung_Stand+26112021.pdf](file:///H:/$_Zentrale_Ordner/Downloads/Rehabilitationssport+und+Funktionstraining+Rahmenvereinbarung_Stand+26112021.pdf).
27. Baumann FT, Hallek M, Meyer J, Galvão DA, Bloch W, Elter T. Onkologische Trainings- und Bewegungstherapie (OTT). *Dtsch Med Wochenschr* 2015; 140(19):1457–61. doi: 10.1055/s-0041-104465.
28. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), WHO. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. Genf: World Health Organization; Oktober 2005.
29. World Medical Association. Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2013; 310(20):2191–4. doi: 10.1001/jama.2013.281053.

30. Löllgen H, Leyk D. Exercise Testing in Sports Medicine. Dtsch Arztebl Int 2018; 115(24):409–16. doi: 10.3238/arztebl.2018.0409.
31. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc 1982; 14(5):377–81.
32. Borg E, Borg G, Larsson K, Letzter M, Sundblad B-M. An index for breathlessness and leg fatigue. Scand J Med Sci Sports 2010; 20(4):644–50. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00985.x.
33. Aaronson NK, Ahmedzai S, Bergman B, Bullinger M, Cull A, Duez NJ et al. The European Organization for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: a quality-of-life instrument for use in international clinical trials in oncology. J Natl Cancer Inst 1993; 85(5):365–76.
34. Smets EM, Garssen B, Bonke B, Haes JC de. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. Journal of Psychosomatic Research 1995; 39(3):315–25. doi: 10.1016/0022-3999(94)00125-o.
35. Shahid A, Wilkinson K, Marcu S, Shapiro CM. Multidimensional Fatigue Inventory (MFI). In: Shahid A, Wilkinson K, Marcu S, Shapiro CM, Hrsg. STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales. New York, NY: Springer New York; 2012. S. 241–3.
36. Calhoun EA, Welshman EE, Chang C-H, Lurain JR, Fishman DA, Hunt TL et al. Psychometric evaluation of the Functional Assessment of Cancer Therapy/Gynecologic Oncology Group-Neurotoxicity (Fact/GOG-Ntx) questionnaire for patients receiving systemic chemotherapy. Int J Gynecol Cancer 2003; 13(6):741–8. doi: 10.1111/j.1525-1438.2003.13603.x.
37. FACIT Group. FACT-GOG-NTX-13; 2025 [Stand: 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://www.facit.org/measures/fact-gog-ntx-13>.
38. Amireault S, Godin G. The Godin-Shephard leisure-time physical activity questionnaire: validity evidence supporting its use for classifying healthy adults into active and insufficiently active categories. Percept Mot Skills 2015; 120(2):604–22. doi: 10.2466/03.27.PMS.120v19x7.
39. Amireault S, Godin G, Lacombe J, Sabiston CM. The use of the Godin-Shephard Leisure-Time Physical Activity Questionnaire in oncology research: a systematic review. BMC Med Res Methodol 2015; 15:60. doi: 10.1186/s12874-015-0045-7.
40. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York, NY; 1988 [Stand: 02.09.2025]. Verfügbar unter: <https://utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>.

41. Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, vertreten durch die Direktorin Prof. Dr. C. Katharina Spieß. Mecklenburg-Vorpommern; 2025 [Stand: 23.08.2025]. Verfügbar unter: <https://www.demografie-portal.de/DE/Bund-Laender/Mecklenburg-Vorpommern/Mecklenburg-Vorpommern.html>.
42. Zertifizierte Zentren / Krebsgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern; 2025 [Stand: 23.08.2025]. Verfügbar unter: <https://krebsgesellschaft-mv.de/infos/zertifizierte-zentren/>.
43. Niels T, Zubac D, Siebert S, Baumann FT. 2126P Exercise implementation into a clinic setting with 1.660 cancer patients: Real-world data from eight years oncological exercise therapy in Cologne (OTT). *Annals of Oncology* 2023; 34:S1110 [Stand: 02.04.2025]. Verfügbar unter: <https://www.annalsofoncology.org/action/showPdf?pii=S0923-7534%2823%2901744-1>.
44. Toohey K, Chapman M, Rushby A-M, Urban K, Ingham G, Singh B. The effects of physical exercise in the palliative care phase for people with advanced cancer: a systematic review with meta-analysis. *J Cancer Surviv* 2023; 17(2):399–415. Verfügbar unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35040076/>.
45. Nadler MB, Desnoyers A, Langelier DM, Amir E. The Effect of Exercise on Quality of Life, Fatigue, Physical Function, and Safety in Advanced Solid Tumor Cancers: A Meta-analysis of Randomized Control Trials. *J Pain Symptom Manage* 2019; 58(5):899-908.e7. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2019.07.005.
46. Courneya KS, Vardy JL, O'Callaghan CJ, Gill S, Friedenreich CM, Wong RKS et al. Structured Exercise after Adjuvant Chemotherapy for Colon Cancer. *The New England journal of medicine* 2025; 393(1):13–25. Verfügbar unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40450658/>.
47. National Cancer Institute. Side Effects of Cancer Treatment; 2025 [Stand: 23.08.2025]. Verfügbar unter: <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/side-effects>.
48. van der Schoot GGF, Ormel HL, Westerink N-DL, May AM, Elias SG, Hummel YM et al. Optimal Timing of a Physical Exercise Intervention to Improve Cardiorespiratory Fitness: During or After Chemotherapy. *JACC CardioOncol* 2022; 4(4):491–503. Verfügbar unter: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9700259/>.
49. Western B, Ivarsson A, Vistad I, Demmelmaier I, Aaronson NK, Radcliffe G et al. Drop-out from exercise trials among cancer survivors-An individual patient data meta-analysis from the POLARIS study. *Scand J Med Sci Sports* 2024; 34(2):e14575. doi: 10.1111/sms.14575.

50. Haff GG. Roundtable Discussion: Machines Versus Free Weights. *Strength and Conditioning Journal* 2000; 22(6):18–30.
51. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res* 2019; 33(8):2019–52. doi: 10.1519/JSC.0000000000003230.
52. Heywood R, McCarthy AL, Skinner TL. Safety and feasibility of exercise interventions in patients with advanced cancer: a systematic review. *Support Care Cancer* 2017; 25(10):3031–50. doi: 10.1007/s00520-017-3827-0.
53. Lazzari N de, Niels T, Tewes M, Götte M. A Systematic Review of the Safety, Feasibility and Benefits of Exercise for Patients with Advanced Cancer. *Cancers (Basel)* 2021; 13(17). doi: 10.3390/cancers13174478.
54. Singh B, Spence RR, Steele ML, Sandler CX, Peake JM, Hayes SC. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Safety, Feasibility, and Effect of Exercise in Women With Stage II+ Breast Cancer. *Arch Phys Med Rehabil* 2018; 99(12):2621–36. doi: 10.1016/j.apmr.2018.03.026.
55. Clauss D, Quirnbach F, Wiskemann J, Rosenberger F. Adverse Events beim Training mit onkologischen Patienten: Wie sicher ist das Training außerhalb klinischer Studien? *B & G* 2019; 35(04):194–201. doi: 10.1055/a-9057-1883.
56. Nakagawa N, Yamamoto S, Hanai A, Oiwa A, Arao H. Exercise intervention for the management of chemotherapy-induced peripheral neuropathy: a systematic review and network meta-analysis. *Front Neurol* 2024; 15:1346099. doi: 10.3389/fneur.2024.1346099.
57. van Waart H, Stuiver MM, van Harten WH, Geleijn E, Kieffer JM, Buffart LM et al. Effect of Low-Intensity Physical Activity and Moderate- to High-Intensity Physical Exercise During Adjuvant Chemotherapy on Physical Fitness, Fatigue, and Chemotherapy Completion Rates: Results of the PACES Randomized Clinical Trial. *J Clin Oncol* 2015; 33(17):1918–27. doi: 10.1200/JCO.2014.59.1081.
58. Fairman CM, Hyde PN, Focht BC. Resistance training interventions across the cancer control continuum: a systematic review of the implementation of resistance training principles. *Br J Sports Med* 2017; 51(8):677–85. doi: 10.1136/bjsports-2016-096537.
59. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med* 2006; 36(2):133–49. doi: 10.2165/00007256-200636020-00004.

60. Enoka RM. Neuromechanics of human movement. Fifth edition. Champaign, IL: Human Kinetics; 2015. (Human Kinetics Library).
61. Martin A, Gallot YS, Freyssenet D. Molecular mechanisms of cancer cachexia-related loss of skeletal muscle mass: data analysis from preclinical and clinical studies. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2023; 14(3):1150–67. doi: 10.1002/jcsm.13073.
62. Damrauer JS, Stadler ME, Acharyya S, Baldwin AS, Couch ME, Guttridge DC. Chemotherapy-induced muscle wasting: association with NF- κ B and cancer cachexia. *Eur J Transl Myol* 2018; 28(2):7590. doi: 10.4081/ejtm.2018.7590.
63. Xiao J. Muscle Atrophy. Singapore: Springer Singapore; 2018. (Bd. 1088).
64. Le Bricon T, Gugins S, Cynober L, Baracos VE. Negative impact of cancer chemotherapy on protein metabolism in healthy and tumor-bearing rats. *Metabolism* 1995; 44(10):1340–8. doi: 10.1016/0026-0495(95)90040-3.
65. Garcia JM, Cata JP, Dougherty PM, Smith RG. Ghrelin prevents cisplatin-induced mechanical hyperalgesia and cachexia. *Endocrinology* 2008; 149(2):455–60. doi: 10.1210/en.2007-0828.
66. Starobova H, Vetter I. Pathophysiology of Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy. *Front Mol Neurosci* 2017; 10:174. doi: 10.3389/fnmol.2017.00174.
67. Quasthoff S, Hartung HP. Chemotherapy-induced peripheral neuropathy. *J Neurol* 2002; 249(1):9–17. doi: 10.1007/pl00007853.
68. Fryburg DA, Jahn LA, Hill SA, Oliveras DM, Barrett EJ. Insulin and insulin-like growth factor-I enhance human skeletal muscle protein anabolism during hyperaminoacidemia by different mechanisms. *J Clin Invest* 1995; 96(4):1722–9. doi: 10.1172/JCI118217.
69. Pasiakos SM, Vislocky LM, Carbone JW, Altieri N, Konopelski K, Freake HC et al. Acute energy deprivation affects skeletal muscle protein synthesis and associated intracellular signaling proteins in physically active adults. *J Nutr* 2010; 140(4):745–51. doi: 10.3945/jn.109.118372.
70. Tikac G, Unal A, Altug F. Regular exercise improves the levels of self-efficacy, self-esteem and body awareness of young adults. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 2022; 62(1):157–61. Verfügbar unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33555673/>.
71. Scharhag-Rosenberger F. Spiroergometrie zur Ausdauerleistungsdiagnostik. *German Journal of Sports Medicine* 2010; (6):146–7 [Stand: 25.03.2025]. Verfügbar unter: <https://www.germanjournalsportsmedicine.com/archive/archive-2010/heft-6/spiroergometrie-zur-ausdauerleistungsdiagnostik/>.

72. Löllgen H. Das "Gespräch" während der Ergometrie : die Borg-Skala. Deutsches Ärzteblatt / B, Klinikausgabe 2004; 101(15):A1014-A1015.
73. Gerritsen JKW, Vincent AJPE. Exercise improves quality of life in patients with cancer: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2016; 50(13):796–803. doi: 10.1136/bjsports-2015-094787.
74. Loh KP, Kleckner IR, Lin P-J, Mohile SG, Canin BE, Flannery MA et al. Effects of a Home-based Exercise Program on Anxiety and Mood Disturbances in Older Adults with Cancer Receiving Chemotherapy. *J Am Geriatr Soc* 2019; 67(5):1005–11. doi: 10.1111/jgs.15951.
75. Segal R, Zwaal C, Green E, Tomasone JR, Loblaw A, Petrella T. Exercise for people with cancer: a clinical practice guideline. *Curr Oncol* 2017; 24(1):40–6 [Stand: 22.06.2025]. Verfügbar unter: <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC5330628&blobtype=pdf>.
76. Lin T-W, Kuo Y-M. Exercise benefits brain function: the monoamine connection. *Brain Sciences* 2013; 3(1):39–53. Verfügbar unter: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4061837/>.
77. Tanaka K, Kuzumaki N, Hamada Y, Suda Y, Mori T, Nagumo Y et al. Elucidation of the mechanisms of exercise-induced hypoalgesia and pain prolongation due to physical stress and the restriction of movement. *Neurobiology of Pain* 2023; 14:100133. Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452073X2300020X>.
78. Leung DKY, Fong APC, Wong FHC, Liu T, Wong GHY, Lum TYS. Nonpharmacological Interventions for Chronic Pain in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Gerontologist* 2024; 64(6):gnae010. Verfügbar unter: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11519036/>.
79. Kami K, Tajima F, Senba E. Brain Mechanisms of Exercise-Induced Hypoalgesia: To Find a Way Out from "Fear-Avoidance Belief". *International Journal of Molecular Sciences* 2022; 23(5):2886. Verfügbar unter: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8911154/>.
80. Goldfarb AH, Kraemer RR, Baiamonte BA. Endogenous Opioids and Exercise-Related Hypoalgesia: Modern Models, Measurement, and Mechanisms of Action. *Adv Neurobiol* 2024; 35:137–55. Verfügbar unter: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-45493-6_8#Sec2.

81. Romero SAD, Brown JC, Bauml JM, Hay JL, Li QS, Cohen RB et al. Barriers to physical activity: a study of academic and community cancer survivors with pain. *J Cancer Surviv* 2018; 12(6):744–52. doi: 10.1007/s11764-018-0711-y.
82. Bushman BA. Promoting Healthy Habits: Getting Started and Staying Motivated. In: Bushman BA, Hrsg. *ACSM's complete guide to fitness & health*. Second edition. Champaign IL: Human Kinetics; 2017. S. 61–76.
83. Felser S, Behrens M, Lampe H, Henze L, Grosse-Thie C, Murua Escobar H et al. Motivation and preferences of cancer patients to perform physical training. *Eur J Cancer Care (Engl)* 2020; 29(4):e13246. doi: 10.1111/ecc.13246.
84. Brownson-Smith R, Orange ST, Cresti N, Hunt K, Saxton J, Temesi J. Effect of exercise before and/or during taxane-containing chemotherapy treatment on chemotherapy-induced peripheral neuropathy symptoms in women with breast cancer: systematic review and meta-analysis. *J Cancer Surviv* 2023. doi: 10.1007/s11764-023-01450-w.
85. Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand* 1983; 67(6):361–70. doi: 10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x.
86. NCCN. Distress Thermometer Tool Translations; 2025 [Stand: 13.04.2025]. Verfügbar unter: <https://www.nccn.org/global/what-we-do/distress-thermometer-tool-translations>.
87. Bormann B, Burlingame GM, Strauß B. Der Gruppenfragebogen (GQ-D). *Psychotherapeut* 2011; 56(4):297–309. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00278-011-0841-4>.

9. ANHANG

I. BOGEN DER ÄRZTLICHEN UNBEDENKLICHKEITSUNTERSUCHUNG

Hämatologische **O**nkologische **T**rainings**t**herapie

Medizinische Unbedenklichkeitsbescheinigung

Hiermit bescheinige ich, dass für

(Vor- und Zuname, Geburtsdatum)

keine grundsätzliche Kontraindikation gegenüber körperlicher Aktivität besteht.

Ich sehe keine Kontraindikationen für ihre/seine Teilnahme an einer Hämatologische und Onkologischen Trainings**t**herapie an Geräten (HOT_{Gerät}) an der Universitätsmedizin Rostock.

(Ort, Datum)

(Unterschrift und Stempel der/des Ärztin/Arztes)

Kontakt**d**aten der/des Ärztin/Arztes:

Hämatologische und **O**nkologische **T**rainings**t**herapie

Universitätsmedizin Rostock

Klinik III (Hämatologie, Onkologie, Palliativmedizin)

Direktor: Prof. Dr. med. Christian Junghanß

Ernst-Heydemann-Str. 6

18057 Rostock

 03 81/4 94 - 7395

 onko-sport@med.uni-rostock.de

II. PATIENTENDATENBLATT ZU KLINISCHEN UND SOZIODEMOGRAPHISCHEN DATEN

Hämatologische und Onkologische Trainingstherapie

Patientendatenblatt „Bewegungstherapie am Gerät“

*vom Arzt auszufüllen,** vom Therapeuten auszufüllen

Vor- und Zuname*: _____ Code**: HOT-20 ____ - ____

Geburtsdatum*: ____ . ____ . ____ Krankenkasse*: _____ ☐ privat vers.

Aktuelle (letzte) Diagnose*: _____

Handelt es sich um ein Rezidiv oder Zweit-/Drittumor?* ☐ Ja

Krankheitsgruppe (Anlage 6b)*: _____

Monat/Jahr der Diagnose*: ____ / ____ Tumorstadium*: _____

Therapieintention* ☐ kurativ ☐ palliativ

Aktuelle Tumorsituation*:
☐ aktive Erkrankung
☐ komplette Remission
☐ Teilremission
☐ sonstiges: _____

Phase, in der die OBT am Gerät startet*:

- ☐ in der Nachsorge
- ☐ therapiebegleitend zur
☐ Chemotherapie mit _____
☐ Polyneuropathie-Risikogruppe
☐ Bestrahlung _____
☐ zielgerichtete Therapie (bitte spezifizieren) _____
☐ Immuntherapie _____
☐ Antihormontherapie _____
☐ Radio-Jod-Therapie

folgende medizinische Therapien kamen bisher zum Einsatz:

- ☐ OP _____
☐ Chemotherapie
☐ Bestrahlung
☐ zielgerichtete Therapie
☐ Immuntherapie
☐ Antihormontherapie
☐ Radio-Jod-Therapie

Aktuelle Nebenwirkungen*

- ☐ Nebenwirkungen der Antihormontherapie: _____
- _____
- ☐ Polyneuropathie ☐ Chemotherapie-induziert (CIPN)
- ☐ Harninkontinenz
- ☐ Knochenmetastasen: (Region) _____
- frakturgefährdet: ☐ ja ☐ unklar ☐ nein
- ☐ Lymphödem: (Region) _____
- ☐ Fatigue (Erfassung mittels MFI-20)
- ☐ Kachexie (BIA in regelmäßigen Abständen – Verlaufskontrollen)

Begleiterkrankung(en)*:

- ☐ Osteoporose, frakturgefährdet: ☐ ja ☐ unklar ☐ nein
- ☐ Herz-Kreislaufkrankungen _____
- ☐ Diabetes mellitus ☐ orale Medikation ☐ Insulin
- ☐ Sonstiges _____

Blutwerte und Elektrolyte*

Blutwerte vom: _____

Hämoglobin: _____ mmol/l (Ausschluss bei Werten < 4,8)

Erythrozyten: _____ $10^{12}/l$

Leukozyten: _____ $10^9/l$

Thrombozyten: _____ $10^9/l$ (Ausschluss bei Werten < 20.000 μl)

Calcium: _____ mmol/l (Ausschluss bei Werten > 2,6)

Kalium: _____ mmol/l (Ausschluss bei Werten < 3,2 oder > 5)

Natrium: _____ mmol/l (Ausschluss bei Werten < 130 oder > 148)

Patient*in hat:

- ☐ erhöhte Blutungsneigung
- ☐ erhöhte Infektionsgefahr
- ☐ Krampfgefahr
- ☐ _____

Ergänzende Informationen (z. B. Medikamente)

☐ **Einschlusskriterien nicht erfüllt**, Ausschlussgrund: _____

(Ort, Datum)

(Unterschrift und Stempel der/des einschließenden Ärztin/Arztes)

Personenbezogene Daten:**

Geschlecht: ☐ weiblich
☐ männlich

Berufsstatus: ☐ berufstätig _____ %
☐ in Ausbildung / Umschulung
☐ arbeitslos
☐ in Rente / pensioniert
☐ Hausfrau / -mann

Familienstatus: ☐ ledig / alleinstehend
☐ verheiratet / mit festem Partner zusammenlebend

Sporterfahrung: ☐ nur Schulsport
☐ Sport im Kindes- und Jugendalter (Breitensport, Vereinssport ...)
☐ Sport im jungen Erwachsenenalter (18 - 40 Jahre)
☐ Sport im höheren Erwachsenenalter (> 40 Jahre)

Aktueller Gesundheitszustand **vor Intervention:** VAS _____ **nach Intervention:** VAS _____
(0 = sehr schlecht bis 100 = sehr gut)

Zielerwartungen:

Festnetz: _____

Mobil: _____

Im Notfall kontaktieren:

Name: _____

Tel.Nr.: _____

Hausarzt: _____

Tel.Nr.: _____

(Ort, Datum)

(Unterschrift Therapeut)

Abschlussprotokoll*

Der/die Patient*in war mit der Durchführung der OBT an Geräten:

☐ zufrieden ☐ unzufrieden, Gründe: _____

Status Tumorerkrankung im Vergleich zur Eingangsuntersuchung:

- ☐ keine Veränderung
- ☐ Progress
- ☐ komplette Remission
- ☐ Teilremission

Veränderung der Tumorthherapie:

- ☐ ja, _____
- ☐ nein

Beim Vorliegen eines Lymphödems vor der OBT an Geräten:

Wie ist das subjektive Empfinden des Patienten?

- ☐ Verbesserung
- ☐ keine Veränderung
- ☐ Verschlechterung

Anmerkungen:

(Ort, Datum)

(Unterschrift und Stempel der/des untersuchenden Ärztin/Arztes)

III. FRAGEBOGEN ZUR ERFASSUNG DER LEBENSQUALITÄT (EORTC-QLQ-C30, VERSION 3)

Name, Vorname

Datum

Code

EORTC QLQ-C30 (Version 3)

	überhaupt nicht	wenig	mäßig	sehr
1. Bereitet es Ihnen Schwierigkeiten, sich körperlich anzustrengen (z. B. eine schwere Einkaufstasche oder einen Koffer zu tragen)?	1	2	3	4
2. Bereitet es Ihnen Schwierigkeiten, einen <u>längeren</u> Spaziergang zu machen?	1	2	3	4
3. Bereitet es Ihnen Schwierigkeiten, eine <u>kurze</u> Strecke außer Haus zu gehen?	1	2	3	4
4. Müssen Sie tagsüber im Bett liegen oder in einem Sessel sitzen?	1	2	3	4
5. Brauchen Sie Hilfe beim Essen, Anziehen, Waschen oder Benutzen der Toilette?	1	2	3	4

Während der letzten Woche:

	überhaupt nicht	wenig	mäßig	sehr
6. Waren Sie bei Ihrer Arbeit oder bei anderen tagtäglichen Beschäftigungen eingeschränkt?	1	2	3	4
7. Waren Sie bei Ihren Hobbys oder anderen Freizeitbeschäftigungen eingeschränkt?	1	2	3	4
8. Waren Sie kurzatmig?	1	2	3	4
9. Hatten Sie Schmerzen?	1	2	3	4
10. Mussten Sie sich ausruhen?	1	2	3	4
11. Hatten Sie Schlafstörungen?	1	2	3	4
12. Fühlten Sie sich schwach?	1	2	3	4
13. Hatten Sie Appetitmangel?	1	2	3	4
14. War Ihnen übel?	1	2	3	4
15. Haben Sie erbrochen?	1	2	3	4
16. Hatten Sie Verstopfung?	1	2	3	4

Bitte wenden

Während der letzten Woche:

	überhaupt nicht	wenig	mäßig	sehr
17. Hatten Sie Durchfall?	1	2	3	4
18. Waren Sie müde?	1	2	3	4
19. Fühlten Sie sich durch Schmerzen in Ihrem alltäglichen Leben beeinträchtigt?	1	2	3	4
20. Hatten Sie Schwierigkeiten, sich auf etwas zu konzentrieren, z. B. auf das Zeitunglesen oder das Fernsehen?	1	2	3	4
21. Fühlten Sie sich angespannt?	1	2	3	4
22. Haben Sie sich Sorgen gemacht?	1	2	3	4
23. Waren Sie reizbar?	1	2	3	4
24. Fühlten Sie sich niedergeschlagen?	1	2	3	4
25. Hatten Sie Schwierigkeiten, sich an Dinge zu erinnern?	1	2	3	4
26. Hat Ihr körperlicher Zustand oder Ihre medizinische Behandlung Ihr <u>Familienleben</u> beeinträchtigt?	1	2	3	4
27. Hat Ihr körperlicher Zustand oder Ihre medizinische Behandlung Ihr Zusammensein oder Ihre gemeinsamen Unternehmungen <u>mit anderen Menschen</u> beeinträchtigt?	1	2	3	4
28. Hat Ihr körperlicher Zustand oder Ihre medizinische Behandlung für Sie finanzielle Schwierigkeiten mit sich gebracht?	1	2	3	4

Bitte kreisen Sie bei den folgenden Fragen die Zahl zwischen 1 und 7 ein, die am besten auf Sie zutrifft!

29. Wie würden Sie insgesamt Ihren **Gesundheitszustand** während der letzten Woche einschätzen?

1 2 3 4 5 6 7

sehr schlecht ausgezeichnet

30. Wie würden Sie insgesamt Ihre **Lebensqualität** während der letzten Woche einschätzen?

1 2 3 4 5 6 7

sehr schlecht ausgezeichnet

IV. FRAGEBOGEN ZUR ERFASSUNG DER FATIGUE (MFI-20)

Name, Vorname

Datum

Code

Fatigue / MFI

Bitte beurteilen Sie inwieweit die folgenden Aussagen in der **letzten Woche** für Sie zutrafen:

- | | | | |
|---|-----------------------|--|-------------------------------|
| 1. Ich fühle mich leistungsfähig | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 2. Körperlich fühle ich mich in der Lage, nur wenig zu tun | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 3. Ich fühle mich sehr aktiv | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 4. Ich habe Lust, alle möglichen schönen Dinge zu unternehmen | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 5. Ich fühle mich müde | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 6. Ich denke, daß ich an einem Tag viel erledige | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 7. Wenn ich etwas tue, kann ich mich gut darauf konzentrieren | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 8. Körperlich traue ich mir viel zu | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 9. Ich fürchte mich davor, Dinge erledigen zu müssen | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 10. Ich denke, daß ich an einem Tag sehr wenig tue | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 11. Ich kann mich gut konzentrieren | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 12. Ich fühle mich ausgeruht | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 13. Es kostet mich große Anstrengung, mich auf Dinge zu konzentrieren | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 14. Körperlich fühle ich mich in einer schlechten Verfassung | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 15. Ich habe eine Menge Pläne | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 16. Ich ermüde sehr schnell | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 17. Ich schaffe es, nur wenig zu erledigen | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 18. Ich fühle mich nicht danach, auch nur irgend etwas zu tun | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 19. Meine Gedanken schweifen sehr leicht ab | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |
| 20. Körperlich fühle ich mich in einer ausgezeichneten Verfassung | 1 = ja, das trifft zu | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 | 5 = nein, das trifft nicht zu |

Bitte prüfen Sie, ob Sie alle Aussagen angekreuzt haben!

V. FRAGEBOGEN ZUR ERFASSUNG DER NEUROTOXIZITÄT (FACT/GOG-NTX-13, VERSION 4)

FACT/GOG-NTX-13 (Version 4)

Nachfolgend finden Sie eine Liste von Aussagen, die von anderen Personen mit Ihrer Krankheit für wichtig befunden wurden. **Bitte geben Sie jeweils an, wie sehr jede der folgenden Aussagen im Laufe der letzten 7 Tage auf Sie zugetroffen hat, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.**

KÖRPERLICHES WOHLBEFINDEN

		Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
GP 1	Mir fehlt es an Energie	0	1	2	3	4
GP 2	Mir ist übel	0	1	2	3	4
GP 3	Wegen meiner körperlichen Verfassung habe ich Schwierigkeiten, den Bedürfnissen meiner Familie gerecht zu werden	0	1	2	3	4
GP 4	Ich habe Schmerzen.....	0	1	2	3	4
GP 5	Die Nebenwirkungen der Behandlung machen mir zu schaffen	0	1	2	3	4
GP 6	Ich fühle mich krank.....	0	1	2	3	4
GP 7	Ich muss zeitweilig im Bett bleiben	0	1	2	3	4

VERHÄLTNIS ZU FREUNDEN, BEKANNTEN UND IHRER FAMILIE

		Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
GS 1	Ich stehe meinen Freunden nahe	0	1	2	3	4
GS 2	Ich bekomme seelische Unterstützung von meiner Familie...	0	1	2	3	4
GS 3	Ich bekomme Unterstützung von meinen Freunden.....	0	1	2	3	4
GS 4	Meine Familie hat meine Krankheit akzeptiert	0	1	2	3	4
GS 5	Ich bin damit zufrieden, wie wir innerhalb meiner Familie über meine Krankheit reden	0	1	2	3	4
GS 6	Ich fühle mich meinem Partner/meiner Partnerin oder der Person, die mir am nächsten steht, eng verbunden.....	0	1	2	3	4
Q1	<i>Beantworten Sie bitte die folgende Frage unabhängig davon, inwieweit Sie zurzeit sexuell aktiv sind. Wenn Sie die Frage lieber nicht beantworten möchten, kreuzen Sie das nebenstehende Kästchen an ☐ und fahren Sie mit dem nächsten Abschnitt fort.</i>					
GS 7	Ich bin mit meinem Sexualleben zufrieden.....	0	1	2	3	4

FACT/GOG-NTX-13 (Version 4)

Bitte geben Sie jeweils an, wie sehr jede der folgenden Aussagen im Laufe der letzten 7 Tage auf Sie zugetroffen hat, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

SEELISCHES WOHLBEFINDEN

		Über- haupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziem- lich	Sehr
GE 1	Ich bin traurig	0	1	2	3	4
GE 2	Ich bin damit zufrieden, wie ich meine Krankheit bewältige	0	1	2	3	4
GE 3	Ich verliere die Hoffnung im Kampf gegen meine Krankheit.....	0	1	2	3	4
GE 4	Ich bin nervös	0	1	2	3	4
GE 5	Ich mache mir Sorgen über den Tod	0	1	2	3	4
GE 6	Ich mache mir Sorgen, dass sich mein Zustand verschlechtern wird	0	1	2	3	4

FUNKTIONSFÄHIGKEIT

		Über- haupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziem- lich	Sehr
GF 1	Ich bin in der Lage zu arbeiten (einschließlich Arbeit zu Hause).....	0	1	2	3	4
GF 2	Meine Arbeit (einschließlich Arbeit zu Hause) füllt mich aus	0	1	2	3	4
GF 3	Ich kann mein Leben genießen.....	0	1	2	3	4
GF 4	Ich habe mich mit meiner Krankheit abgefunden	0	1	2	3	4
GF 5	Ich schlafe gut	0	1	2	3	4
GF 6	Ich kann meine Freizeit genießen	0	1	2	3	4
GF 7	Ich bin derzeit mit meinem Leben zufrieden.....	0	1	2	3	4

FACT/GOG-NTX-13 (Version 4)

Bitte geben Sie jeweils an, wie sehr jede der folgenden Aussagen im Laufe der letzten 7 Tage auf Sie zugetroffen hat, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

ZUSÄTZLICHE FAKTOREN

		Über- haupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziem- lich	Sehr
NTX 1	Ich habe ein Taubheitsgefühl oder Kribbeln in den Händen	0	1	2	3	4
NTX 2	Ich habe ein Taubheitsgefühl oder Kribbeln in den Füßen ..	0	1	2	3	4
NTX 3	Ich habe ein unangenehmes Gefühl in meinen Händen	0	1	2	3	4
NTX 4	Ich habe ein unangenehmes Gefühl in meinen Füßen.....	0	1	2	3	4
NTX 5	Ich habe Gelenkschmerzen oder Muskelkrämpfe	0	1	2	3	4
HI 12	Ich fühle mich insgesamt schwach.....	0	1	2	3	4
NTX 6	Ich habe Hörprobleme	0	1	2	3	4
NTX 7	Ich bekomme Ohrenklingeln oder Ohrensausen	0	1	2	3	4
NTX 8	Ich habe Schwierigkeiten, Knöpfe zu schließen.....	0	1	2	3	4
NTX 9	Ich habe Schwierigkeiten, die Form kleiner Gegenstände zu spüren, wenn ich sie in meiner Hand halte	0	1	2	3	4
An 6	Ich habe Schwierigkeiten beim Gehen	0	1	2	3	4
NTX 10	Ich habe Schmerzen in den Händen oder Füßen, wenn ich kalten Temperaturen ausgesetzt bin	0	1	2	3	4
NTX 11	Ich habe Schwierigkeiten beim Atmen, wenn ich kalten Temperaturen ausgesetzt bin.....	0	1	2	3	4

VI. FRAGEBOGEN ZUR ERFASSUNG DES KÖRPERLICHEN AKTIVITÄTSNIVEAUS (GSLTPAQ)

Name, Vorname

Datum

Code

Erfassung der körperlichen Aktivität

Wie oft üben Sie aktuell während einer typischen 7-Tage-Periode (eine Woche) im Durchschnitt die folgenden Aktivitäten in Ihrer Freizeit **mehr als 15 Minuten** aus? Was ist die **durchschnittliche Dauer je Termin**?

	Häufigkeit pro Woche	Durchschnittliche Dauer pro Termin?
Anstrengende körperliche Aktivität (erhöhte Anstrengung und Schwitzen) z. B. intensives Schwimmen, Jogging, Fußballspielen, Radsport	____ -mal pro Woche	____ min
Mäßige körperliche Aktivität (kaum erhöhte Anstrengung und leichtes Schwitzen) z. B. schnelles Gehen, langsames Radfahren, langsames Schwimmen	____ -mal pro Woche	____ min
Leichte körperliche Aktivität (keine erhöhte Anstrengung und kein Schwitzen) z. B. Golf, leichtes Gehen, Angeln	____ -mal pro Woche	____ min

Bitte prüfen Sie, ob Sie alle Antworten gegeben haben!

VII. PATIENTENFLYER

Leitung:

Fachliche Leitung

Dr. phil. Sabine Felser
Sportwissenschaftlerin,
Schwerpunkt Trainingswissenschaft
Trainerin onkologische Trainings-
und Bewegungstherapie (OTT®)



Unsere Physiotherapeuten:



C. Jahnke



K. Rohde



A. Kreja

Kontakt:

Arbeitsgruppe Hämatologische und Onkologische Trainingstherapie (AG HOT)

Klinik III (Hämatologie, Onkologie, Palliativmedizin)
Zentrum für Innere Medizin
Ernst-Heydemann-Straße 6
18057 Rostock

☎ 0381 494-7395
✉ onko-sport@med.uni-rostock.de

Spendenkonto

Kontoinhaber: Universitätsmedizin Rostock
Kreditinstitut: Deutsche Bundesbank
IBAN: DE16 1300 0000 0013 0015 31
BIC: MARKDEF1130

Verwendungszweck: Bewegungstherapie

Alle Spenden sind steuerlich absetzbar. Spendenformular:
<https://onkologie.med.uni-rostock.de/Spenden>

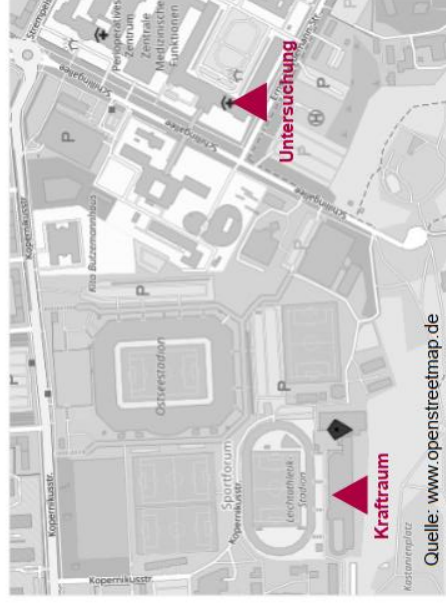
Anfahrt:

Krafraum des Olympiastützpunktes MV

Laufhalle am Leichtathletikstadion
Kopernikusstraße 17e, 18057 Rostock
(kostenfreie Parkplätze vor Ort)

Ärztliche Untersuchung

Klinik III (Hämatologie, Onkologie, Palliativmedizin)
Zentrum für Innere Medizin, Ambulanz, 1. OG
Ernst-Heydemann-Straße 6, 18057 Rostock



Quelle: www.openstreetmap.de

Universitätsmedizin Rostock

rechtsfähige Teilkörperschaft der Universität Rostock

Zentrum für Innere Medizin

Klinik III (Hämatologie, Onkologie, Palliativmedizin)
Ernst-Heydemann-Straße 6, 18057 Rostock

Tel.: 0381 494-7395

E-Mail: onko-sport@med.uni-rostock.de
<https://onkologie.med.uni-rostock.de>

Zentrum für Innere Medizin

Klinik III - Hämatologie, Onkologie, Palliativmedizin



Hämatologische und Onkologische Trainingstherapie

www.med.uni-rostock.de

Liebe Patientin, lieber Patient,

durch zahlreiche Studien ist belegt, dass durch gezielte Bewegungsprogramme die Nebenwirkungen einer Krebstherapie reduziert werden können und sich somit positiv auf die Lebensqualität auswirken.

Damit auch Sie von solchen Programmen profitieren können, haben wir an der Klinik für Hämatologie, Onkologie und Palliativmedizin die Möglichkeit zur Teilnahme an der **Hämatologischen und Onkologischen Trainings**therapie, kurz **HOT**, geschaffen.

An unserer Klinik arbeiten Onkologen, Sportwissenschaftler und Physiotherapeuten in einem interdisziplinären Team zusammen und bieten Menschen mit einer Krebserkrankung Bewegungsprogramme an, welche auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren.

Das Training wird individuell an Sie als Patient und Ihre spezifischen Bedürfnisse angepasst. Generell zielt das Training darauf ab, Ihre physische und psychische Leistungsfähigkeit zu verbessern und dadurch die Lebensqualität zu erhöhen.

Dieses Informationsblatt gibt einen kurzen Überblick über die **Hämatologische und Onkologische Trainings**therapie. Wenn Sie an dieser teilnehmen möchten, nehmen Sie bitte Kontakt mit uns auf.

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!

Christian Junghanß

Prof. Dr. med. Christian Junghanß
Direktor Klinik III
(Hämatologie, Onkologie, Palliativmedizin)

Therapieangebot:

Die **Hämatologische und Onkologische Trainings**therapie ist ein auf Ihre Erkrankung und Ihr individuelles Leistungsvermögen angepasstes sporttherapeutisches Programm, welches von OTT® - bzw. MTT-lizenzierten Physiotherapeuten und Sportwissenschaftlern geleitet wird.

Es umfasst folgende Punkte:

1. Ärztliche Eingangsuntersuchung (Feststellung der Unbedenklichkeit)
2. Umfangreiche Leistungsdiagnostik vor und nach der Trainingstherapie
3. Erstellen eines individuellen Trainingsplans unter Berücksichtigung der folgenden Nebenwirkungen:
 - Erschöpfungssyndrom (Fatigue)
 - Chemotherapie-induzierte Polyneuropathie
 - Lymphödem
 - Kachexie
 - Osteoporose
 - Knochenmetastasen
 - Nebenwirkungen der Antihormontherapie
 - Harninkontinenz
4. Betreute Trainingseinheiten an hochmodernen Kraft- und Ausdauergeräten
5. Ärztliches Abschlussgespräch



Wer kann teilnehmen?

Patientinnen und Patienten, welche aktuell oder in den vergangenen 24 Monaten die Diagnose „Bösartige Neubildung“ erhalten haben.

Voraussetzung für die Teilnahme ist ein Alter ≥ 18 Jahre sowie eine Unbedenklichkeitsbescheinigung. Diese erhalten Sie nach Untersuchung durch einen Facharzt.

Das Angebot richtet sich an folgende Patientengruppen:

1. während einer medizinischen Therapie
2. in der Nachsorge
3. bei chronischen oder palliativen Krankheitsverlauf

Trainingszeiten:

Die Trainingszeiten werden individuell abgestimmt und liegen aktuell in folgenden Zeitfenstern:

Montag: 11:00 – 13:00 Uhr
Freitag: 11:00 – 13:00 Uhr

Kosten:

Wir bemühen uns um eine Kostenübernahme durch die jeweilige Krankenkasse. Für Sie als Patient fallen keine Kosten für die Trainingstherapie an, da wir möglichst vielen Patienten einen Zugang ermöglichen möchten.

Wenn Sie unsere Arbeit unterstützen möchten, können Sie dies z. B. in Form einer Spende tun.

Das Projekt wird gefördert durch die Benefizaktion "Hand in Hand für Norddeutschland" und die Krebsgesellschaft M-V sowie durch die Sparda-Bank Berlin.

Krebsgesellschaft
Mecklenburg-Vorpommern e.V.

Sparda-Bank
Berlin

VIII. PUBLIKATIONEN

Implementation of the personalized oncological training and exercise therapy (OTT®) at Rostock University Medical Center: a real-world data analysis

Felser S.¹, Große-Thie C.^{1,2}, Engel M.¹, Kragl B.^{1,3}, Lampe H.¹, Henze L.^{1,4}, Albrecht I.⁵, Rogahn J.¹, Fischer S.^{1,6}, Koch T.¹, Langenkamp U.¹, Junghanss C.¹

¹Rostock University Medical Center, Clinic III, Hematology, Oncology, Palliative Medicine, Rostock, Germany

²Hematology and Oncology Practice, Rostock, Germany

³Rostock University Medical Center, Oncology Center, Rostock, Germany

⁴Asklepios Hospital Harz, Medical Clinic II, Hematology, Oncology and Palliative Medicine, Goslar, Germany

⁵Rostock University Medical Center, Department of Physiotherapy, Rostock, Germany

⁶Rostock University Medical Center, MittelstandDigital Zentrum Rostock, Stabsstelle Ärztlicher Vorstand, Rostock, Germany

Introduction: There is strong evidence of positive effects of structured sport and exercise programs on physical and mental health and quality of life (QoL) of cancer patients (pts). However, there are no nationwide structured programs for pts in Germany. The Rostock University Medical Center (UMR) has been pursuing the goal of implementing “Oncological Training and Exercise Therapy” (OTT®), a care model developed at CIO Cologne. In 2020 the cancer society of Mecklenburg-Vorpommern granted seeding financial support. As of April 2021 first pts at UMR were able to participate in OTT® as part of an implementation study containing patient-centered questions and organizational issues aiming at data collection for negotiations with cost bearers as immediate reimbursement could not be accomplished.

Methods: This is a prospective single-arm intervention study (DRKS00023912) and it is still recruiting. Inclusion criteria include: any cancer diagnosis, age ≥ 18 years, medical clearance to perform sports. OTT® comprises 24 units (combined strength-endurance training plus a sensorimotor module for polyneuropathy (PNP)), with aiming for 2 units/week. At study entry and at the end, performance tests (e.g. maximum strength, endurance) including recording of patient-reported outcomes (QoL, fatigue, PNP) are carried out. In addition, demographic and clinical data, duration of intervention, dropout rate, and adverse events (AE) are recorded.

Results: From 04/2021 to 03/2024, 70 pts (60% female, 63 ± 12 years) of different cancer entities (60% with solid tumors) were enrolled. At the time of inclusion 56% of pts were undergoing tumor-specific therapy. So far 47 pts have completed the program. In addition 14 pts have discontinued the program prematurely (10 due to health reasons). For those who completed ($n = 47$) median duration of the intervention was 112 days (88 - 185 days). Pts showed improvements in strength and endurance performance as well as QoL ($p < 0.001$), fatigue and PNP were reduced ($p < 0.001$). To date, no OTT® associated AEs were reported.

Discussion: OTT® has been successfully implemented at UMR demonstrating clinical benefit for the pts. However, because of lacking of financial reimbursement by health care providers seeding funding

was necessary. Currently results are analyzed regarding total costs' calculations. Nationwide reimbursement of programs such as OTT® by health care providers should be easier to accomplish and should be supported by political initiatives.

Beitragsart: Zeitschriftenbeitrag (Abstract)

Referenz: Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaften für Hämatologie und Medizinische Onkologie, 11.-14. Oktober 2024, Basel. Oncol Res Treat (2024) 47 (Suppl. 2):180

LEBENS LAUF VON CAND. MED. MAYA ENGEL

Geboren am 14.12.1998 in Berlin
Wohnhaft: Greifswalder Straße 13, 18057 Rostock

AKADEMISCHE AUSBILDUNG

- | | |
|-------------------|--|
| 10/2018 – 12/2025 | Studium der Humanmedizin an der Universität Rostock
(angestrebter Abschluss: Dezember 2025) |
| Seit 2023 | Promotionsarbeit (Universitätsmedizin Rostock, Department für Innere Medizin, Klinik III, Hämatologie, Hämostaseologie, Onkologie, Stammzelltherapie und Palliativmedizin, Leitung: Prof. Dr. med. Christian Junghanß)

Thema: „Sicherheit und Wirksamkeit einer gerätegestützten Bewegungstherapie auf die Lebensqualität und Leistungsfähigkeit hämatologischer und onkologischer Patienten– Eine Real-World-Datenanalyse über drei Jahre“ |
| 2022 – 2023 | Mitarbeit an der „Cancer related Fatigue-Gait Studie“, gefördert durch die Krebsgesellschaft M-V, AG Hämatologische und Onkologische Trainingstherapie, Universitätsmedizin Rostock |

SCHULISCHE AUSBILDUNG

- | | |
|-------------|---|
| 2009 – 2018 | Allgemeine Hochschulreife (Abitur), Alfred-Grosser-Gymnasium Bad Bergzabern (Abschlussnote: 1,1) <ul style="list-style-type: none">• „Preis für vorbildliche Haltung und beispielhaftem Einsatz in der Schule“ durch das Bundesministerium in Rheinland-Pfalz• Abiturpreis Sport „Pierre de Coubertin“ durch den Landessportbund |
| 2005 – 2009 | Böhämmer Grundschule Bad Bergzabern |
-

PUBLIKATIONEN

S. Felser; **M. Engel**; C. Grosse-Thie; B. Kragl; L. Henze; I. Albrecht; H. Lampe; S. Fischer; U. Langenkamp; C. Junghanss. Acceptance, patient characteristics, safety, and outcomes of individualized oncological exercise therapy using stationary strength and cardio machines: a three-year observational study. *Cancer Medicine*; under review 09/2025

Zeitschriftenbeitrag (Abstract) ausgezeichnet mit dem Posterpreis auf der Jahrestagung der DGHO 2024 in Basel

S. Felser, C. Große-Thie, **M. Engel**, B. Kragl, H. Lampe, L. Henze, I. Albrecht, J. Rogahn, S. Fischer, T. Koch, U. Langenkamp, C. Junghanss. Implementation of the personalized oncological training and exercise therapy (OTT®) at the Rostock University Medical Centre: a real-world data analysis. Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaften für Hämatologie und Medizinische Onkologie, 11.-14. Oktober 2024, Basel. *Oncol Res Treat* (2024) 47 (Suppl. 2):180

SOZIALES UND GESELLSCHAFTLICHES ENGAGEMENT

2022	Teilnahme am Projekt „Tommy nicht allein“: soziale Betreuung schwerkranker Kinder in der Klinik (Ehrenamt)
09 – 10/2016 09 – 10/2017	Teilnahme am Projekt „Ubuholo“: Durchführen von Erste Hilfe Kursen und Arbeit im Kindergarten im Rahmen eines Schulprojektes in Port Elisabeth, Südafrika (Ehrenamt)
2016 – 2018	Juniorbotschafterin der Europäischen Union im Rahmen eines vom Land Rheinland-Pfalz geförderten Projektes

NEBENTÄTIGKEITEN

11/2022 – 12/2023	Büroassistentin, „Staff Eins“, Rostock
10/2020 – 07/2021	Laborassistenz, Hausarztpraxis Dr. Neuschäfer, Rostock

KENNTNISSE UND FÄHIGKEITEN

Sprachen	Deutsch (Muttersprache), Französisch (B2), Englisch (B2), Spanisch (B2)
EDV	Gute Kenntnisse mit MS Office, Erfahrungen mit SPSS®
Soziales	Teamfähigkeit, Begeisterungsfähigkeit, Engagement

HOBBYS UND INTERESSEN

Wassersport, Tanzen, Wandern, Malen, Musizieren (Geige, Klavier), Fotografieren, Sprachen

EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

Ich versichere eidesstattlich durch eigenhändige Unterschrift, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht und ist in gleicher oder ähnlicher Weise noch nicht als Studienleistung zur Anerkennung oder Bewertung vorgelegt worden. Ich weiß, dass bei Abgabe einer falschen Versicherung die Prüfung als nicht bestanden zu gelten hat.

Rostock

(Abgabedatum)

(Vollständige Unterschrift)

DANKSAGUNG

Ich möchte mich ganz herzlich bei allen Personen bedanken, die mich sowohl fachlich, als auch mental bei der Arbeit an meiner Dissertation unterstützt haben.

Ich habe meine gesamte Kindheit und Schulzeit den Leistungssport Schwimmen betrieben, weshalb Sport schon immer einen großen Stellenwert in meinem Leben hatte. Durch Krebserkrankte in der eigenen Familie habe ich außerdem erfahren, was für starke positive Effekte die regelmäßige körperliche Betätigung für die Betroffenen bringen kann, weshalb ich mich von Anfang an stark mit meinem Dissertationsthema identifizieren konnte. Die Verzahnung meiner privaten Leidenschaft Sport, mit meiner beruflichen Leidenschaft für die Medizin haben mir viel Freude bei der Bearbeitung der Arbeit gebracht. Der Austausch mit Patienten, Physiotherapeuten, Sportwissenschaftlern und auch die eigene Literaturrecherche haben zusätzlich meinen Wissenshorizont erweitern können.

Zunächst möchte ich mich bei allen Patienten bedanken, die durch Ihre Teilnahme diese Studie unterstützt haben. Weiterhin gilt mein Dank der Krebsgesellschaft MV, welche durch die Anschubfinanzierung den Start des Projektes überhaupt möglich gemacht hat.

Ich danke außerdem dem gesamten Team der AG-HOT für die gute Zusammenarbeit und die Unterstützung. Insbesondere allen Physiotherapeutinnen auch ein Dankeschön für das Mitnehmen in die Trainingseinheiten und für den Austausch. Tom, danke für dein offenes Ohr und auch für deine fachliche Unterstützung auf die ich immer wieder zurückgreifen konnte. Tom, Uta und Jana ich danke euch, dass ihr euch die Zeit genommen habt, meine Arbeit Korrektur zu lesen.

Ich bedanke mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Christian Junghanß für die Möglichkeit meine Dissertation in der Klinik für Hämatologie, Hämostaseologie, Onkologie, Stammzelltherapie und Palliativmedizin zu schreiben.

Mein besonderer Dank geht an Frau Dr. phil. Sabine Felser. Danke für vier Jahre Betreuung, gemeinsame Zusammenarbeit und die Möglichkeit zur Weiterentwicklung. Danke für deine große Unterstützung, für deine Zuverlässigkeit und für deinen Ehrgeiz dieses Projekt voranzubringen. Ich habe bei dir sehr viel gelernt und ich war mir zu jedem Zeitpunkt um deinen Rückhalt bewusst. Ich weiß, dass das nicht selbstverständlich ist und ich bin dir dafür sehr dankbar.

Vielen Dank auch an meine Familie und meinen Freundeskreis, die mich vor allem mit Gesprächen und Zuspruch unterstützt haben und mir die Bestärkung gegeben haben, auch in anstrengenden Zeiten die Motivation nicht zu verlieren.
