



Krafttraining in der Onkologie

Ein Vorschlag für Forschung und Therapie



Hintergrund



Der Nutzen von Bewegungstherapie und Krafttraining (KT) in der Versorgung von Krebspatient*innen gilt mittlerweile als gesichert. (1-5) Dies zeigt sich vor allem durch die Aufnahme von KT als Rehabilitationsmethode in verschiedensten internationalen Leitlinien der onkologischen Standardversorgung. (5,6)

Ihre Erstellung gestaltet sich allerdings als nicht einfach, da einige relevante Erkenntnisse nur lückenhaft vorhanden sind:

-  Die meiste Evidenz wurde anhand nur weniger Hauptkrebsdiagnosen erarbeitet (z. B. Brustkrebs im Frühstadium und Prostatakrebs). Andere Krebsarten, fortgeschrittene Erkrankungen und verschiedene Krankheitsverläufe sind nicht stark berücksichtigt. (5)
-  Die nötige Trainingsdosis (vor allem die minimale wirksame Belastung und die maximal tolerable Belastung) ist aktuell unklar. (2,5)
-  Die Wirksamkeit der Trainingsbelastung auf bestimmte Outcomes wie z. B. Knochengesundheit, chemotherapieinduzierte periphere Neuropathie, Stürze etc. ist offen. (7,8)
-  Nur 60% der veröffentlichten Studien haben alle FITT- Parameter¹ der Trainingssteuerung in den durchgeführten Interventionen angegeben. (9-11)
-  Allgemeine Trainingsprinzipien wie Progression, Spezifität und Überbelastung sind in den für die Leitlinienerstellung verwendeten Untersuchungen kaum ausreichend beschrieben. (11)

Fairman beschreibt in einem narrativen Review Gesichtspunkte, welche Vorschläge für das Design einer onkologischen (Kraft-) Trainingsstudie geben, um qualitativ wertigere Aussagen (auch zur Erstellung von Leitlinien) treffen zu können. Diese Prinzipien dienen auch Therapeut*innen als Orientierung in der praktischen Arbeit mit onkologischen Patient*innen. Im Folgenden werden diese Aspekte dargestellt.

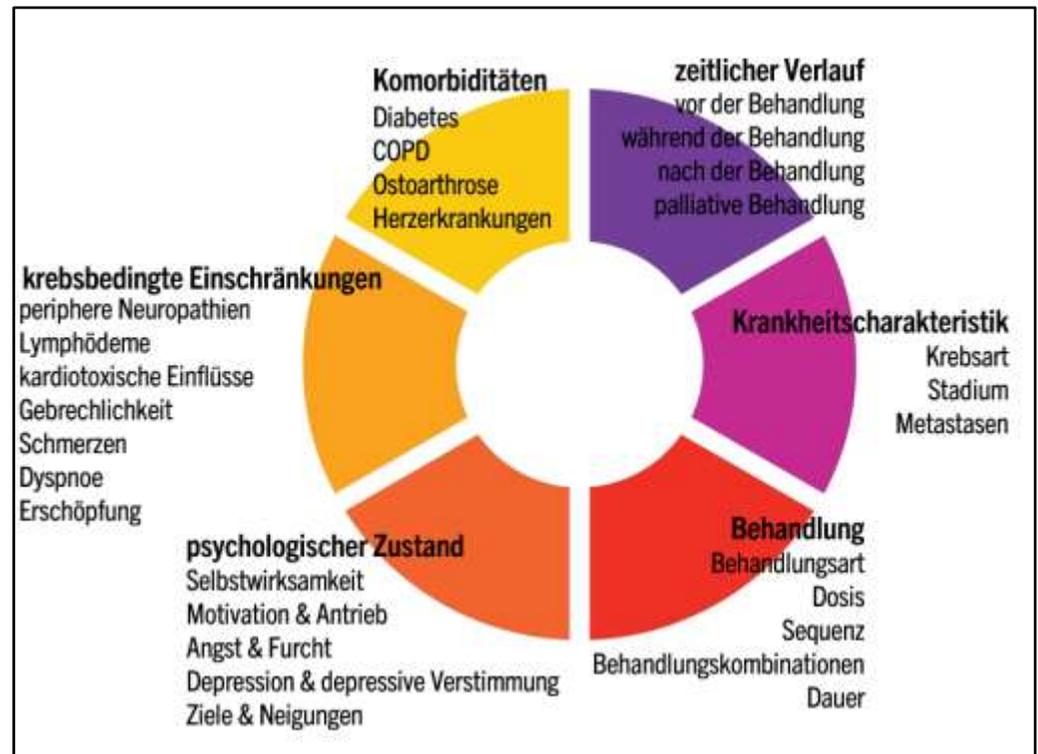
Grundüberlegungen



Um Trainingsanpassungen und positive Wirkungen bei Krebspatient*innen zu bewirken, eignet sich eine Orientierung an allgemein gültigen Trainingsprinzipien wie z. B. Progression oder das Prinzip eines trainingswirksamen Reizes. (1,2)

Oftmals stellt es sich in der praktischen Arbeit mit Erkrankten im Gegensatz zu gesunden Personen allerdings als schwierig heraus, eine entsprechende Reizzusammensetzung anzuwenden. Die Belastung durch die medizinische Behandlung, Nebenwirkungen und Krankheitssymptome, körperliche Einschränkungen, aber auch energetische und motivationale Barrieren können wirksames Training verhindern. (12,13) Folgende Aspekte sind zu berücksichtigen*:

Dennoch sollten sich Forschende und Therapeut*innen möglichst stark an den allgemein gängigen Trainingsprinzipien orientieren und bei der praktischen Umsetzung so nah wie möglich an diese herankommen. Dabei muss eine patient*innenzentrierte Grundhaltung im Vordergrund stehen. Der Trainingsinhalt muss individuell auf die Person zugeschnitten sein. Ein „Training von der Stange“ eignet sich kaum. Die Erstellung von Empfehlungen/Leitlinien ist u. a. auch aufgrund jener Individualisierung deshalb so herausfordernd.



mod. nach Fairman (2024); *Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit

Vorschlag 1: Bestimmung des Einstiegsgewichts (1/2)



In der Trainingswissenschaft ist es eine gängige Methode, das Einstiegsgewicht über ein Wiederholungsmaximum (repetition maximum, RM) zu bestimmen. Dabei stellt man sich die Frage nach dem höchsten Gewicht, welches mit einer bestimmten Anzahl an Wiederholungen mit hoher Bewegungsqualität gerade noch bewegt werden kann. Typischerweise haben sich das 1RM, 5RM und 10RM in der Praxis bewährt. (14) Das zu wählende Anfangsgewicht (für bspw. Hypertrophietraining) ergibt sich aus der Multiplikation des RMs mit einem submaximalen prozentualen Faktor. Beispiel: Hypertrophietraining mit 10 Wiederholungen bei 75% des 1RM. Mittlerweile stellen zahlreiche Online-Quellen RM-Rechner zur Verfügung anhand derer sich das maximale Gewicht (1RM) ausrechnen lässt. Als Grundlage dient dabei oftmals die Arbeit von Brzycki (15). Ein Beispiel:

PROBLEM

Wiederholungen	Ergebnis
<input type="text"/>	1 RM
Gewicht	<input type="checkbox"/> Rundungseinstellungen
<input type="button" value="Berechnen"/>	<input type="button" value="Zurücksetzen"/>

Die Verwendung der 1RM-Testung im onkologischen Setting birgt allerdings einige Kritikpunkte und kann deshalb zu Recht in Frage gestellt werden:

- Historisch gesehen kommt das Konzept aus der Sportwissenschaft und wurde an gesunden Personen erprobt. Ein Übertrag auf onkologische Patient*innen ist fraglich.
- Das Konzept beinhaltet auch jetzt noch eine große Varianz bezüglich des tatsächlichen RM und/oder der Wiederholungszahl, die geleistet werden kann.
- Die Performance ist hauptsächlich durch den Sportler*innentyp (Kraft, Ausdauer), den Trainingsstatus der Person, das Alter, psychologische Faktoren und verwendete Gerätschaften abhängig (hohe Varianz).
- Die Testung ist nicht immer sicher und dauert verhältnismäßig lange, wenn sie an allen großen Muskelgruppen durchgeführt werden soll (Arme, Beine, Rumpf). (16)

Vorschlag 1: Bestimmung des Einstiegsgewichts (2/2)



Die Verwendung von 1RM zur Bestimmung der Belastung im Krafttraining bleibt angemessen, doch sollten vor dem Hintergrund der genannten Kritikpunkte Alternativen in Betracht gezogen werden. Diese könnten logistische, sicherheitsbezogene und praktische Einschränkungen wie Zeitaufwand, persönliches Belastungsempfinden und Genauigkeit bei unterschiedlichen Trainingsniveaus besser berücksichtigen. Besonders in der Onkologie sind solche Ansätze wichtig. Folgende 4 Methoden werden als Alternative vorgeschlagen:

- Einrichtung einer Gewöhnungsphase über einige wenige Trainingseinheiten (1-2 Wochen)

Patient*innen können sich an verschiedene ADL-relevante Bewegungs- und Belastungsformen herantasten und dadurch eine subjektive Einschätzung des zu verwendenden Gewichts erlangen. Eine aufwendige Erhebung des 1RM für 6-8 Übungen (s. Leitlinien) wäre nicht nötig, die Effizienz des Programms und die Selbstwirksamkeit der Patient*innen würden steigen.
- Orientierung an den „Wiederholungen in Reserve“ (engl. repetitions in reserve; RIR; 26,27)

Einfache Belastungssteuerung über eine subjektive Skala (0-10), mit welcher die Person schätzt, wie viele Wiederholungen nach einem Satz noch möglich wären (z. B.: RIR von 2 = 2 Wiederholungen wären noch machbar). Die Anleitung wäre z. B.: „Trainiere bis zu RIR von 3.“
- Verwendung einer Zielzone anstatt einer konkreten Wiederholungsanzahl

Ist beispielsweise die Zielzone für einen Satz 8-10 Wiederholungen, so könnte das Gewicht im Sinne einer Progression/Trainingssteuerung bei 12 erreichten Wiederholungen erhöht, bei < 8 Wiederholungen verringert werden.
- Orientierung der Übungsauswahl an Einschränkungen (Impairments) im Alltag

Ein impairmentorientiertes Training, welches auf den Alltag bezogen ist (bspw. Lagewechsel zum Boden, Gehgeschwindigkeit, Step-Ups etc.) lässt vermutlich klinisch relevantere Outcomes und dadurch eine bessere Langzeitprognose zu.

Vorschlag 2: Übungsauswahl



Die Trainingsprotokolle onkologischer Untersuchungen basieren meist auf standardisiertem Gerätetraining der großen Muskelgruppen. (1,17) Gründe dafür sind eine bessere Vergleichbarkeit, eine reduzierte Variabilität der Daten und damit einhergehend eine höhere interne Validität der Ergebnisse. (18)

Diese Protokolle sind allerdings auch:

- langweilig und nur gering motivierend
- wenig abwechslungsreich und kaum herausfordernd (was gemäß der Selbstbestimmungstheorie eher gegen eine langfristige Adhärenz spricht, 19,20)
- nicht gerade einfach, zuhause umzusetzen (Kraftgeräte fehlen zuhause, 19)

Daher könnten die Protokolle angepasst werden auf:

- die persönlichen, körperlichen Einschränkungen der Personen (21-23)
- die persönlichen ADL -bezogenen Kapazitäten (z. B. Kniebeugen und Heben anstatt Training an Maschinen) und funktionelle Fitness (14,24,25,28,29)
- die vorliegende persönliche Tagesform (Variabilität bezüglich Symptome wie Müdigkeit oder Übelkeit)



Übungsbeispiel	Variation 1	Variation 2	Variation 3	Variation 4	Variation 5	Variation 6	Variation 7
Kniebeuge (Squat)	Beweglichkeitsübungen	Squat mit Festhalten	sit-to-stand	sit-to-stand mit Gewicht	normaler Squat	Goblet Squat	Squat mit Langhantel

Tab. mod. nach Fairman (2024)

Vorschlag 3: Übungsreihenfolge (1/2)



Prinzipielle Aspekte für die Übungsreihenfolge mit onkologischen Patient*innen:

- allgemeine Erschöpfung sollte während des Trainings gering, der wirksame Trainingsreiz auf das zu trainierende (Muskel-)Gewebe möglichst groß sein
- < 3 Trainingssessions pro Woche
- Ganzkörpertraining mit dem Prinzip der Beanspruchung aller großen Muskelgruppen
- große, vielgelenkige Übungen zu Beginn; kleine, eingenkige Übungen am Ende (z. B. zuerst Push-ups, später Trizeps-pulldowns)



beispielhafte Übungsreihenfolge „von groß zu klein“

Vorschlag 3: Übungsreihenfolge (2/2)



- Schnellkraftübungen sollten aufgrund der Anforderung (z. B. hohe Geschwindigkeiten) vor dem Hypertrophietraining durchgeführt werden. Dies dient dazu, nicht bereits ermüdet mit dem Schnellkrafttraining zu beginnen. (24,14)
- (multi-)impairmentorientierte Übungsauswahl (personenzentrierte Übungen) und Variabilität in den Belastungsvorgaben (30)
- dynamisches Warm-up zur Vorbereitung auf funktionelle Kraftübungen anstatt klassischem 3-10min Aufwärmen auf dem Herzkreislaufgerät (Rad, Laufband etc.; 31)
- komplexe Übungen vor einfacheren Übungen (24). Beispiel:

	Übungsform	Sets	Wiederholungen	Gewicht	Wiederholungen in Reserve (RIR)
Gleichgewicht	Semitandemstand	2	30s		k. A.*
	Flamingo Stand	3	8		k. A.*
Schnellkraft	Sit-to-Stand	4	2		4-5
	Prellpass mit Medizinball (1 Kontakt auf Boden)	4	3		4-5
Bewegungsvariabilität	Lagewechsel auf den Boden und zurück in den Stand	2	2-5		n/a
	hip hinge	2	10		3-4
	Ausfallschritt	3	10		2-3
	vorgeneigtes Rudern	3	10		2-3
	erhöhte Liegestütze	3	10		2-3
	Nackendrücken (Schulterdrücken)	3	10		2-3

Tab. mod. nach Fairman (2024); *k. A. = keine Angabe; hip hinge = Absenken des Rumpfes via Hüftbeugung im Stehen mit aufrechtem Oberkörper

Vorschlag 4: Belastungssteigerung (Progression)



Für kontinuierliche Verbesserungen muss die Belastung systematisch gesteigert werden. Klassischerweise geschieht dies über eine Veränderung folgender Parameter (24):

- Erhöhung der Last (Gewicht)
- Anpassung der Wiederholungs- und Satzanzahl
- Veränderung der Bewegungsgeschwindigkeit
- Anpassung der Pausenlänge
- Veränderung der Unterstützungsfläche (z. B. breiter -> schmaler Stand; stabile -> labile Unterlage) oder der individuellen Unterstützung/Hilfsmittel (z. B. Gehen mit Gehhilfe -> Gehen ohne Gehhilfe)
- Anwendung einer Kombination aus den oberen Anpassungen (32)

Die „2 für 2“-Regel

Werden in zwei aufeinanderfolgenden Trainings die Zielrange (z. B. 8-10 Wiederholungen) um > 2 Wiederholungen übertroffen, dann wird das Gewicht um bis zu 10% gesteigert. (14,24)



Auch hier gilt: Es gibt keine Einheitslösung!

Vor allem bei Krebspatient*innen haben Faktoren wie Tagesform, Müdigkeit, Schmerzen, Stress etc. bedeutenden Einfluss auf die Trainingsbelastung.

So kann es bei Unterschreiten der Zielrange oder bei entsprechenden Symptomen sinnvoll sein, eine Gewichtsregression vorzunehmen. Denn im Fokus steht die persönliche Belastbarkeit der Person. Auch eine Anpassung der Erholungsphasen ist oft sinnvoll. Die Option zur Belastungsreduktion sollte im Training ausdrücklich mit den Personen besprochen werden.

Vorschlag 5: Variation und Periodisierung

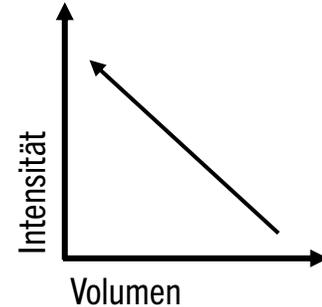


In onkologischen Trainingsprogrammen sind Trainingszeiträume von >6 Monaten gängig. Aufgrund dieser Zeitspanne sind eine Trainingsperiodisierung und eine Variation des Programms sehr bedeutend.

Nur so können Fortschritte mit hoher Wahrscheinlichkeit gesichert, Langeweile vermieden und Motivation sowie Adhärenz aufrechterhalten werden (s. Vorschläge 3 und 4).

Klassische lineare Periodisierung beinhaltet folgende Aspekte:

- Trainingsbeginn mit hohem Volumen (= viele Wiederholungen) und geringer Intensität (= weniger Ausbelastung/ muskuläres Versagen)
- allmähliche Progression hin zu geringem Volumen (= weniger Wiederholungen) und höherer Intensität (mehr Ausbelastung & Bewegungsgeschwindigkeit/Schnellkraft; 33)
- Aufteilung des Prozesses in Trainingsphasen, z. B. 8 Wochen Hypertrophietraining, anschließend 6 Wochen Schnellkrafttraining



Nichtlineare Periodisierung beinhaltet im Gegensatz dazu folgende Schwerpunkte:

- Volumen und Intensität variieren öfter (z. B. wöchentlich/täglich: Woche 1/Montag Hypertrophie, Woche 2/Mittwoch Maximalkraft, Woche 3/Freitag Schnellkraft; 34-36)
- Ansprache aller Bewegungskomponenten: öfter, variationsreicher, motivationsfördernder.
- Möglichkeit der individuellen und situationsabhängigen Pausengestaltung (= effizientere Erholung)



Aktuell gibt es keine Evidenz für eine Überlegenheit der einen Periodisierung gegenüber der anderen. Aber: Es herrscht Einigkeit darüber, dass periodisierte Programme größeren Mehrwert bieten als nicht periodisierte. (37)

Vorschlag 6: symptomorientierte Belastungsmodifikation (1/2)



Durch die ausgeprägte Heterogenität und Spontanität von negativen Begleitsymptomen wie Erschöpfung, Schlafstörungen, Stimmungsschwankungen, Schmerzen und Appetitverlust (38-40) ist die Bereitschaft zu trainieren ebenfalls sehr variabel. (21,38)

Fairman beschreibt dafür ein Ampelsystem der Selbstregulation bezüglich der Trainingsbelastung (41):



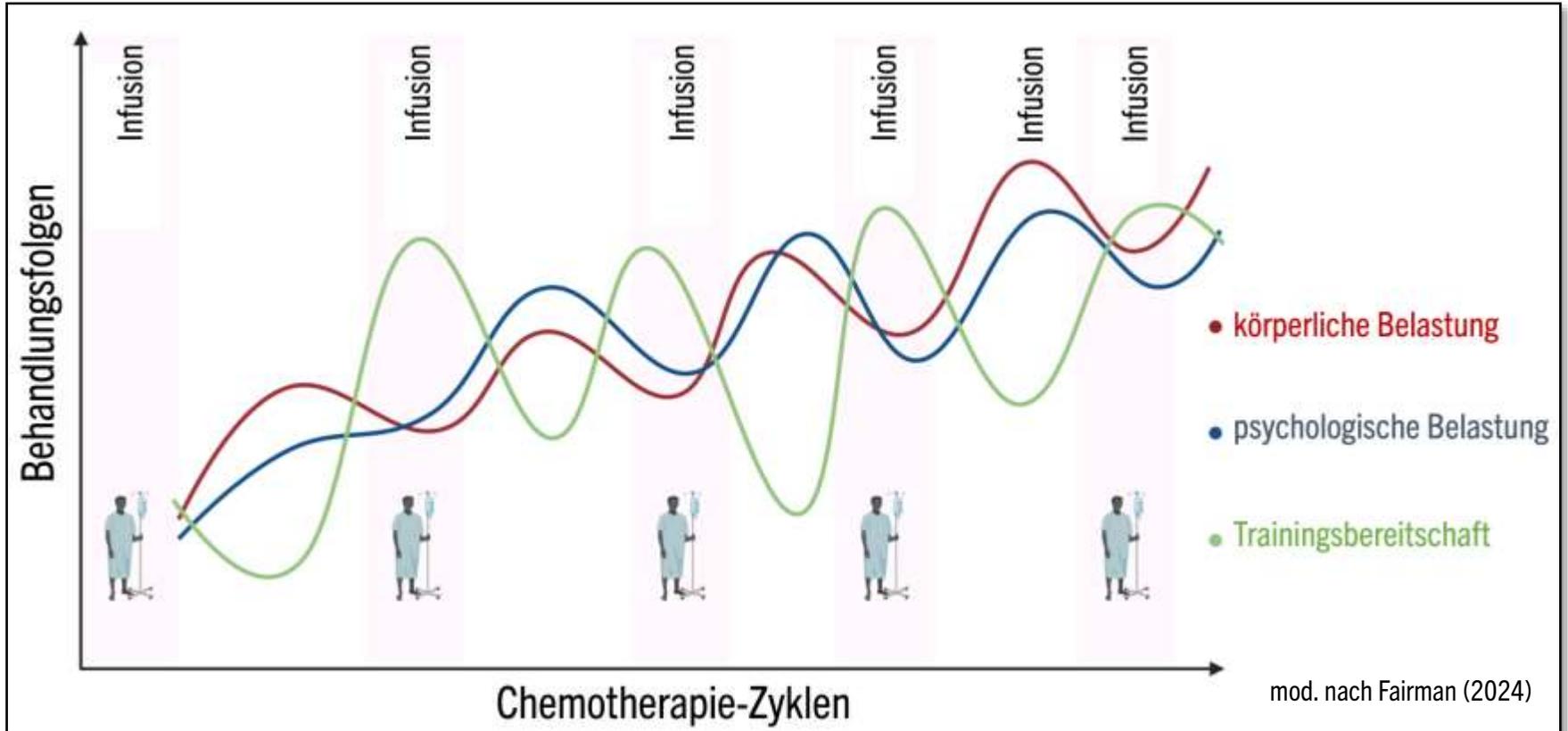
mod. nach Fairman (2024)

Ein autoregulativer Ansatz in der onkologischen Trainingssteuerung ist relativ neu. Es gibt erst eine Untersuchung, welche diesen Ansatz verfolgt hat. (41) Demnach liegt aktuell noch keine Evidenz für diese Methode vor. Auch andere Steuerungsmethoden sind sich gegenüber nicht überlegen. Es herrscht allerdings Einigkeit darüber, dass Symptome berücksichtigt und die Trainingsbelastung dadurch angepasst werden sollte. (5,7,41-43)

Vorschlag 7: symptomorientierte Belastungsmodifikation (2/2)



Ein weiteres Konzept zur subjektiven Belastungssteuerung ist das Konzept der Trainingsbereitschaft.



Die wahrgenommene Belastung durch die Symptome der medizinischen Behandlung wird von den Personen getrackt. Daraus ergibt sich eine Ableitung für die potenzielle Trainingsbereitschaft und eine entsprechende Reizzusammensetzung.



Obwohl verschiedene objektive und subjektive Möglichkeiten zur Belastungsmodifikation existieren (44,45), liegt noch keine direkte Evidenz zur relativen Wirksamkeit im Vergleich von autoreguliertem zu standardisiertem Krafttraining vor.

Vorschlag 8: Dokumentation von Trainingsdosis und Nebenwirkungen (1/2)



Leider werden in Studiendesigns meist nur wenig Angaben über die tatsächlich verabreichte Trainingsdosis gemacht. (13) Die Adhärenz der Teilnehmenden wird meist angegeben („Teilgenommen?“ – „JA“ oder „Nein“). Das sagt allerdings wenig über die Verträglichkeit des Trainings und damit einhergehende Anpassungen der Trainingsdosis aus. (8,12,13)

Ein möglicher Lösungsvorschlag ist die **ExRDI-Skala¹**, welche die tatsächliche Trainingsdosis in Vergleich zur ursprünglich festgesetzten Trainingsdosis beschreibt. Sie wird folgendermaßen angewendet wird:

Variante 1: Erfassung des tatsächlich geleisteten Trainingsvolumens

Formel: Anzahl der Sets x Summe der Wiederholungen x Summe verwendetes Gewicht

Bsp.: 3 Sets x 27 Wiederholungen x 30 Kg = 2.430 Kg

oder: Anzahl der Sets x Summe der Wiederholungen

Bsp.: 3 Sets x 27 Wiederholungen = 81 Wiederholungen

Variante 2: Vergleich mit dem ursprünglich festgesetzten Trainingsvolumen (8)

ursprünglich geplant: 3 Sets mit je einer Zielwiederholungszahl von 10 mit 30kg
= 3 x (10 Wdh. + 10 Wdh. + 10 Wdh.) x 30 kg = 2700kg

tatsächlich durchgeführt: 3 Sets x (10 Wdh. + 8 Wdh., 7 Wdh. = 3 x 25 Wdh. x 30 kg = 2.250kg

Vergleich: 2700kg / 2250kg = **ca. 80%**

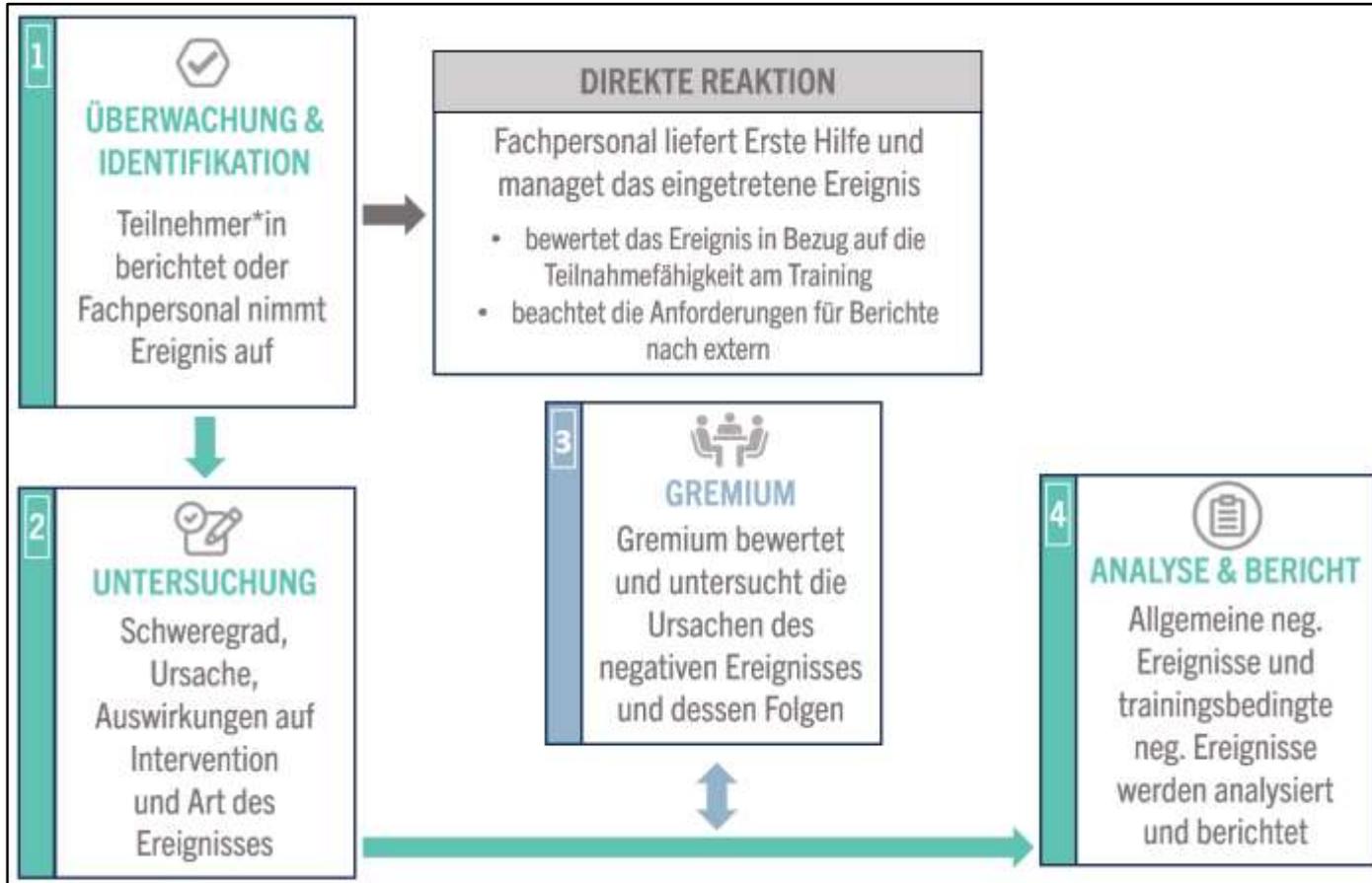
In diesem Beispiel lag die tatsächliche Trainingsdosis bei ca. 80% der ursprünglich angedachten Dosis. Eine Dokumentation mit dieser Methode gibt dadurch eine deutlich genauere Auskunft über die Trainingsbelastung.

Vorschlag 8: Dokumentation von Trainingsdosis und Nebenwirkungen (2/2)



Über Risiken und potenzielle Nebenwirkungen von KT bei onkologischen Patient*innen ist zum heutigen Stand kaum etwas bekannt. Ursächlich dafür ist voraussichtlich die nur seltene Beschreibung von eintretenden Negativwirkungen durch KT innerhalb einer Studie. (47)

2022 stellten Spence et al. (46) das Modell **ExHaRm** (engl. exercise harms reporting method) vor:



Dieser Algorithmus ermöglicht es, angemessen auf ein Ereignis und/oder Nebenwirkungen zu reagieren, garantiert eine nachvollziehbare (und damit verwertbare) Dokumentation und macht es möglich entsprechende Maßnahmen für die Zukunft abzuleiten (Verhältnis von Risiko zu Mehrwert).

Limitationen und Fazit



Zusammengefasst befürworten die genannten Vorschläge das Zulassen von mehr Variabilität in der Konzeption von Krafttraining. Dadurch soll der individuellen Situation der Personen Rechnung getragen werden. Für die Konzeption von **Studieninterventionen** innerhalb von Studien stellen die Vorschläge allerdings teilweise eine Herausforderung dar:

- Ein höheres Maß an Variabilität lässt ebenso eine höhere Fehleranfälligkeit der Daten und somit der Ergebnisse zu erwarten (Verfälschung). Vor allem bei der Untersuchung der Wirksamkeit einer Krafttrainingsintervention sind die Vorschläge daher mit Vorsicht zu betrachten.
- Manchen Aspekten fehlt die konkrete direkte Evidenz, wie z. B. bei der Verwendung von RIR zur Belastungssteuerung.
- Die Vorschläge beziehen sich ausschließlich auf (junge) erwachsene Patient*innen. Ein unreflektierter Übertrag auf andere Altersklassen (Jugendliche) ist kaum möglich.



Für **Fachpersonal** liefern sie praktikable Ansätze für die Umsetzung in der Arbeit mit onkologischen Patient*innen:

- Bestimmung des Einstiegsgewichts
- Übungsauswahl
- Belastungssteigerung (Progression)
- Variation & Periodisierung
- symptomorientierte Belastungsmodifikation
- Dokumentation von Trainingsdosis und Nebenwirkungen

Literaturangaben

1. 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](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096537)
2. Fairman CM, Zourdos MC, Helms ER, Focht BC. A scientific rationale to improve resistance training prescription in exercise oncology. *Sports Med.* (2017) 47 (8):1457–65. doi: [10.1007/s40279-017-0673-7](https://doi.org/10.1007/s40279-017-0673-7)
3. Galvao DA, Spry N, Denham J, Taaffe DR, Cormie P, Joseph D, et al. A multicentre year-long randomised controlled trial of exercise training targeting physical functioning in men with prostate cancer previously treated with androgen suppression and radiation from TROG 03.04 RADAR. *Eur Urol.* (2014) 65 (5):856–64. doi: [10.1016/j.eururo.2013.09.041](https://doi.org/10.1016/j.eururo.2013.09.041)
4. Winters-Stone KM, Torgrimson-Ojerio B, Dieckmann NF, Stoyles S, Mitri Z, Luoh SW. A randomized-controlled trial comparing supervised aerobic training to resistance training followed by unsupervised exercise on physical functioning in older breast cancer survivors. *J Geriatr Oncol.* (2022) 13(2):152–60. doi: [10.1016/j.jgo.2021.08.003](https://doi.org/10.1016/j.jgo.2021.08.003)
5. Campbell KL, Winters-Stone KM, Wiskemann J, May AM, Schwartz AL, Courtney KS, et al. Exercise guidelines for cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc.* (2019)51(11):2375–90. doi: [10.1249/MSS.0000000000002116](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002116)
6. Wiskemann, J., Baumann, F. S3-Leitlinie Bewegungstherapie bei onkologischen Erkrankungen nimmt erste Hürde. *Forum* 35, 379–380 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12312-020-00849-1>
7. Sasso JP, Eves ND, Christensen JF, Koelwyn GJ, Scott J, Jones LW. A framework for prescription in exercise-oncology research. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* (2015) 6 (2):115–24. doi: [10.1002/jcsm.12042](https://doi.org/10.1002/jcsm.12042)
8. Fairman CM, Nilsen TS, Newton RU, Taaffe DR, Spry N, Joseph D, et al. Reporting of resistance training dose, adherence, and tolerance in exercise oncology. *Med Sci Sports Exerc.* (2020) 52(2):315–22. doi: [10.1249/MSS.0000000000002127](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002127)
9. Neil-Sztramko SE, Medysky ME, Campbell KL, Bland KA, Winters-Stone KM. Attention to the principles of exercise training in exercise studies on prostate cancer survivors: a systematic review. *BMC Cancer.* (2019) 19(1):131. doi: [10.1186/s12885-019-5520-9](https://doi.org/10.1186/s12885-019-5520-9)
10. Neil-Sztramko SE, Winters-Stone KM, Bland KA, Campbell KL. Updated systematic review of exercise studies in breast cancer survivors: attention to the principles of exercise training. *Br J Sports Med.* (2017) 53:504–12. doi: [10.1136/bjsports-2017-098389](https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098389)
11. Bland KA, Neil-Sztramko SE, Zdravec K, Madysky ME, Kong J, Winters-Stone KM, et al. Attention to principles of exercise training: an updated systematic review of randomized controlled trials in cancers other than breast and prostate. *BMC Cancer.* (2021) 21(1):1179. doi: [10.1186/s12885-021-08701-y](https://doi.org/10.1186/s12885-021-08701-y)
12. Scott JM, Iyengar NM, Nilsen TS, Michalski M, Thomas SM, Herndon J, et al. Feasibility, safety, and efficacy of aerobic training in pretreated patients with metastatic breast cancer: a randomized controlled trial. *Cancer.* (2018) 124(12):2552–60. doi: [10.1002/cncr.31368](https://doi.org/10.1002/cncr.31368)
13. Nilsen TS, Scott JM, Michalski M, Capaci C, Thomas S, Herndon JE, et al. Novel methods for reporting of exercise dose and adherence. *Med Sci Sports Exerc.* (2018) 50 (6):1134–41. doi: [10.1249/MSS.0000000000001545](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001545)
14. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* (2004) 36(4):674–88. doi: [10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61)
15. Brzycki, Matthew. (1993). Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance.* 64. 88-90. doi: [10.1080/07303084.1993.10606684](https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684).
16. Rosenberger F, Schneider J, Schlueter K, Paratte JL, Wiskemann J. Vertebral fracture during one repetition maximum testing in a breast cancer survivor: a case report. *Medicine (Baltimore).* (2021) 100(20):e25705. doi: [10.1097/MD.00000000000025705](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025705)
17. Schmitz KH, Courneya KS, Matthews C, Demark-Wahnefried W, Galvao DA, Pinto BM, et al. American college of sports medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc.* (2010) 42(7):1409–26. doi: [10.1249/MSS.0b013e3181e0c112](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0c112)
18. Herold F, Törpel A, Hamacher D, Budde H, Gronwald T. A discussion on different approaches for prescribing physical interventions – four roads lead to Rome, but which one should we choose? *J Pers Med.* (2020) 10(3):55. doi: [10.3390/jpm10030055](https://doi.org/10.3390/jpm10030055)
19. An K-Y, Kang D-W, Morielli AR, Friedenreich CM, Reid RD, McKenzie DC, et al. Patterns and predictors of exercise behavior during 24 months of follow-up after a supervised exercise program during breast cancer chemotherapy. *Int J Behav Nutr Phys Act.* (2020) 17(1):23. doi: [10.1186/s12966-020-00924-9](https://doi.org/10.1186/s12966-020-00924-9)
20. Sylvester BD, Standage M, Ark TK, Sweet SN, Crocker PR, Zumbo BD, et al. Is variety a spice of (an active) life?: perceived variety, exercise behavior, and the mediating role of autonomous motivation. *J Sport Exerc Psychol.* (2014) 36 (5):516–27. doi: [10.1123/jsep.2014-0102](https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0102)

Literaturangaben

21. Cheville AL, Novotny PJ, Sloan JA, Basford JR, Wampfler JA, Garces YI, et al. Fatigue, dyspnea, and cough comprise a persistent symptom cluster up to five years after diagnosis with lung cancer. *J Pain Symptom Manage.* (2011) 42(2):202–12. doi: [10.1016/j.jpainsymman.2010.10.257](https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2010.10.257)
22. Koné AP, Scharf D. Prevalence of multimorbidity in adults with cancer, and associated health service utilization in Ontario, Canada: a population-based retrospective cohort study. *BMC Cancer.* (2021) 21(1):406. doi: [10.1186/s12885-021-08102-1](https://doi.org/10.1186/s12885-021-08102-1)
23. Zhang S. Chemotherapy-induced peripheral neuropathy and rehabilitation: a review. *Semin Oncol.* (2021) 48(3):193–207. doi: [10.1053/j.seminoncol.2021.09.004](https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2021.09.004)
24. 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](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230)
25. Stassen G, Baulig L, Müller O, Schaller A. Attention to progression principles and variables of exercise prescription in workplace-related resistance training interventions: a systematic review of controlled trials. *Front Public Health.* (2022) 10. doi: [10.3389/fpubh.2022.832523](https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.832523)
26. Helms ER, Kwan K, Sousa CA, Cronin JB, Storey AG, Zourdos MC. Methods for regulating and monitoring resistance training. *J Hum Kinet.* (2020) 74:23–42. doi: [10.2478/hukin-2020-0011](https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0011)
27. Helms ER, Cronin J, Storey A, Zourdos MC. Application of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion scale for resistance training. *Strength Cond J.* (2016) 38(4):42–9. doi: [10.1519/SSC.0000000000000218](https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000218)
28. Carraro A, Paoli A, Gobbi E. Affective response to acute resistance exercise: a comparison among machines and free weights. *Sport Sci Health.* (2018) 14 (2):283–8. doi: [10.1007/s11332-018-0427-4](https://doi.org/10.1007/s11332-018-0427-4)
29. Paoli A, Gentil P, Moro T, Marcolin G, Bianco A. Resistance training with single vs. multi-joint exercises at equal total load volume: effects on body composition, cardiorespiratory fitness, and muscle strength. *Front Physiol.* (2017) 8. doi: [10.3389/fphys.2017.01105](https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01105)
30. Cadore EL, Izquierdo M. New strategies for the concurrent strength-, power-, and endurance-training prescription in elderly individuals. *J Am Med Dir Assoc.* (2013) 14(8):623–4. doi: [10.1016/j.jamda.2013.04.008](https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.04.008)
31. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. *Sports Med.* (2015) 45(11):1523–46. doi: [10.1007/s40279-015-0376-x](https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x)
32. Plotkin D, Coleman M, Van Every D, Maldonado J, Oberlin D, Israetel M, et al. Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition progression on muscular adaptations. *PeerJ.* (2022) 10:e14142. doi: [10.7717/peerj.14142](https://doi.org/10.7717/peerj.14142)
33. Cunanan AJ, Dewese BH, Wagle JP, Caroll KM, Sausaman R, Hornsby WG, et al. The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. *Sports Med.* (2018) 48(4):787–97. doi: [10.1007/s40279-017-0855-3](https://doi.org/10.1007/s40279-017-0855-3)
34. Kataoka R, Vasenina E, Loenneke J, Buckner SL. Periodization: variation in the definition and discrepancies in study design. *Sports Med.* (2021) 51(4):625–51. doi: [10.1007/s40279-020-01414-5](https://doi.org/10.1007/s40279-020-01414-5)
35. Afonso J, Clemente FM, Ribeiro J, Ferreira M, Fernandes RJ. Towards a de facto nonlinear periodization: extending nonlinearity from programming to periodizing. *Sports.* (2020) 8(8):110. doi: [10.3390/sports8080110](https://doi.org/10.3390/sports8080110)
36. Moesgaard L, Beck MM, Christiansen L, Aagaard P, Lundbye-Jensen J. Effects of periodization on strength and muscle hypertrophy in volume-equated resistance training programs: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* (2022) 52 (7):1647–66. doi: [10.1007/s40279-021-01636-1](https://doi.org/10.1007/s40279-021-01636-1)
37. Williams TD, Toluoso DV, Fedewa MV, Esco MR. Comparison of periodized and non-periodized resistance training on maximal strength: a meta-analysis. *Sports Med.* (2017) 47(10):2083–100. doi: [10.1007/s40279-017-0734-y](https://doi.org/10.1007/s40279-017-0734-y)
38. Al Maqbali M, Al Sinani M, Al Naamani Z, Al Badi K, Tanash MAI. Prevalence of fatigue in patients with cancer: a systematic review and meta-analysis. *J Pain Symptom Manage.* (2021) 61(1):167–189.e14. doi: [10.1016/j.jpainsymman.2020.07.037](https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.07.037)
39. Brown JC, Huedo-Medina TB, Pescatello LS, Ryan SM, Pescatello SM, Moker E, et al. The efficacy of exercise in reducing depressive symptoms among cancer survivors: a meta-analysis. *PLoS One.* (2012) 7(1):e30955. doi: [10.1371/journal.pone.0030955](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030955)
40. Hu H, Zhao Y, Sun C, Wang P, Yu L, Peng K. Symptom profiles and related factors among patients with advanced cancer: a latent profile analysis. *Asia-Pac J Oncol Nurs.* (2023) 10(11):100296. doi: [10.1016/j.apjon.2023.100296](https://doi.org/10.1016/j.apjon.2023.100296)

Literaturangaben

41. Kirkham AA, Bland KA, Zucker DS, Bovard J, Shenkier T, McKenzie DC, et al. “Chemotherapy-periodized” exercise to accommodate for cyclical variation in fatigue. *Med Sci Sports Exerc.* (2020) 52(2):278–86. doi: [10.1249/MSS.0000000000002151](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002151)
42. Hayes SC, Newton RU, Spence RR, Galvão DA. The exercise and sports science Australia position statement: exercise medicine in cancer management. *J Sci Med Sport.* (2019) 22(11):1175–99. doi: [10.1016/j.jsams.2019.05.003](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.05.003)
43. Newton RU, Kenfield SA, Hart NH, Chan JM, Courtney KS, Catto J, et al. Intense exercise for survival among men with metastatic castrate-resistant prostate cancer (INTERVAL-GAP4): a multicentre, randomised, controlled phase III study protocol. *BMJ Open.* (2018) 8(5):e022899. doi: [10.1136/bmjopen-2018-022899](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-022899)
44. Larsen S, Kristiansen E, Van Den Tillaar R. Effects of subjective and objective autoregulation methods for intensity and volume on enhancing maximal strength during resistance-training interventions: a systematic review. *PeerJ.* (2021) 9:e10663. doi: [10.7717/peerj.10663](https://doi.org/10.7717/peerj.10663)
45. Hickmott LM, Chilibeck PD, Shaw KA, Butcher SJ. The effect of load and volume autoregulation on muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open.* (2022) 8(1):9. doi: [10.1186/s40798-021-00404-9](https://doi.org/10.1186/s40798-021-00404-9)
46. Spence RR, Sandler CX, Jones TL, McDonald N, Dunn RM, Hayes SC. Practical suggestions for harms reporting in exercise oncology: the exercise harms reporting method (ExHaRM). *BMJ Open.* (2022) 12(12):e067998. doi: [10.1136/bmjopen-2022-067998](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-067998)
47. Thomsen SN, Lahart IM, Thomsen LM, Fridh MK, Larsen A, Mau-Sorensen M, et al. Harms of exercise training in patients with cancer undergoing systemic treatment: a systematic review and meta-analysis of published and unpublished controlled trials. *eClinicalMedicine.* (2023) 59:101937. doi: [10.1016/j.eclinm.2023.101937](https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.101937)

Abkürzungsverzeichnis

1 ExRDI-Skala1 = exercise-relative dose intensity = ein Maß für die relative Intensität einer sportlichen oder therapeutischen Belastung, wobei diese auf die individuell maximal mögliche Leistung bezogen wird. [zurück zu Slide [13](#)]

