

Körperliche Aktivität und Training bei Herzinsuffizienz

Robin Küsters

Inhaltsverzeichnis

1. Leitlinienempfehlung
2. Voraussetzungen zur Trainingssteuerung
3. Praktische Umsetzung am Beispiel der Hochwaldkliniken Weiskirchen
4. Studienlage
5. Offene Diskussion

1. Leitlinienempfehlungen

Zur Teilnahme an einer kardiologischen Rehabilitation

Organisation	ACC/AHA Guideline Heart Failure (2022)	ESC Guideline Heart Failure (2021)	NVL Herzinsuffizienz (2019)
Empfehlung	<ul style="list-style-type: none">• Training: Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit (I, A)• Schulung: Stärkung der Selbstmanagementfähigkeiten (I, B-R)• Kardiologische Rehabilitation: Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit und der krankheitsbezogenen Lebensqualität (IIa, B-NR) <p><i>(AHA/ACC Guidelines, 2022; ESC Guidelines, 2021; Nationale Versorgungsleitlinie, 2019)</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• Training: Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit und der Lebensqualität (I, A)• Multidisziplinäres Management: Verringerung von Rehospitalisierung wegen HI und Mortalität (I, A)	<ul style="list-style-type: none">• Patienten mit chronischer HI soll nach akutstationären Aufenthalt eine Anschlussrehabilitation empfohlen werden• Der Übergang zur Rehabilitation sollte unmittelbar nach Abschluss der stationären Akutbehandlung im Rahmen einer Anschlussrehabilitation erfolgen.

Ziele der Therapie bei chronischer Herzinsuffizienz (HI)



→ **Gemeinsames
Zusammenarbeiten**

reduziert
Krankenhaus-
aufenthalte und kann
die Prognose der
Patienten verbessern
(Pauschinger et al.,
2022).

Säulen der Therapie

Akteure	Ärzte	Sportwissenschaftler/ Sportlehrer	Psychologen & Soziologen
Aufgaben	Implementierung, Optimierung und Dosistitration der Medikamente Schulungen zu Steigerung der Selbstmanagementfähigkeit	körperliches Training und Bewegungstherapie (Basis der Rehabilitation) Schulungen zu Steigerung der Selbstmanagementfähigkeit	psychosoziale Unterstützung Schulungen zu Steigerung der Selbstmanagementfähigkeit
Ziele	Verringerung der Gesamtmortalität	Verbesserung der Belastbarkeit im Alltag	Förderung der Krankheitsbewältigung, Reduktion von Ängstlichkeit und Depressivität (Lebensqualität)

2. Voraussetzungen zur Trainingssteuerung

Biomarker und Testverfahren:

- B-Typ-natriuretisches Peptid (BNP)
& aminoterminaler proBNP (NT-pro-BNP)
- Bel.-EKG
- VO_2 max

Belastungs-EKG

Manche Herzkrankheiten zeigen sich erst bei körperlicher Anstrengung (z.B. KHK)

Nachfragen wie das Bel.-EKG ablief:

- der Belastungstest wird meist zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit und der kardiovaskulären Antwort durchgeführt
- unter bestimmten Umständen ist es notwendig, während des Belastungstests kardioaktive Medikamente zu pausieren (selten)



Kontraindikatoren für ein Bel.-EKG

Patientengruppen, bei denen eine Ergometrie kontraindiziert ist. (Mod. nach [12])

Kontraindikationen zur Ergometrie

Akutes Koronarsyndrom

Symptomatische hochgradige Aortenklappenstenose

Dekompensierte Herzinsuffizienz

Akute Lungenembolie

Akute entzündliche Herzerkrankungen

Akute Aortendissektion

Blutdruckkrise in Ruhe $> 180/100$ mm Hg

Akute Beinvenenthrombose

Akute schwere Allgemeinerkrankung

Extrakardiale Erkrankungen mit deutlich limitierter Lebenserwartung (≤ 6 Monate)

Abbruchkriterien für ein Bel.-EKG

Abbruchkriterien der Ergometrie	
Absolute Indikationen	
EKG-Befunde	ST-Strecken-Senkung ≥ 3 mm
	ST-Strecken-Hebung ≥ 1 mm
Hämodynamische Befunde	Blutdruckabfall > 10 mm Hg (Vergleich zum Ausgangsblutdruck) mit Zeichen einer myokardialen Ischämie (Angina pectoris, ST-Senkung)
	Mäßig-schwere Angina-pectoris-Symptomatik
	Schwere Dyspnoe
	Klinische Zeichen einer Minderperfusion (Zyanose)
Arrhythmien	Anhaltende (Dauer > 30 s) ventrikuläre Tachykardie
Sonstiges/Symptomatik	Erschöpfung des Patienten
	Technische Probleme (defekte EKG-Registrierung, Monitorausfall)
Relative Indikationen	
Hämodynamische Befunde	Hypertensive Fehlregulation (RRsyst 230–260 mm Hg, RRdiast ≥ 115 mm Hg)
	Blutdruckabfall > 10 mm Hg (Vergleich zum Ausgangsblutdruck) ohne Zeichen einer myokardialen Ischämie (keine Angina pectoris, keine ST-Senkung)
Arrhythmien	Polymorphe Extrasystolie, Paare (2 konsekutive VES), Salven (≥ 3 konsekutive VES)
	Supraventrikuläre Tachykardien
	Bradyarrhythmien
	Auftreten von Leitungsstörungen (höhergradiger AV-Block, Schenkelblock)
Sonstiges/Symptomatik	Verstärkte Angina-pectoris-Symptomatik

AV atrioventrikulär; VES ventrikuläre Extrasystole

Fahrradergometrie

Max Fahrradergometrie
30 Jahre

Untrainierte 3,0 Watt/KG
Freizeitsportler 4,0 Watt/KG
Leistungssportler 5-6 Watt/KG
Herzpatienten 0,5-2 Watt/KG

1 Watt/KG oft die Grenze für
Herzportgruppen

Frauen 10-15% weniger

Pro Lebensdekade nimmt die
Leistungsfähigkeit um 10% ab

Tabelle 11.2. Altersentsprechende Grenzwerte für die normale Leistungsfähigkeit von Koronarpatienten. (Mod. nach [30, 33, 54, 59])

Alter	Maximale Leistung auf dem Fahrradergometer	
	Männer	Frauen
50 Jahre	2,4 W · kg ⁻¹	2,2 W · kg ⁻¹
50–59 Jahre	2,1 W · kg ⁻¹	1,9 W · kg ⁻¹
60–69 Jahre	1,8 W · kg ⁻¹	1,6 W · kg ⁻¹
70 Jahre	1,5 W · kg ⁻¹	1,3 W · kg ⁻¹

Wichtig: Einnahme der Medikamente!

Fahrradergometrie

Sollwerte der Leistungsfähigkeit:

- Körperoberfläche KO (m²) = 0,007148 x KG (kg)^{0,425} x L (cm)^{0,725}
- **Männlich:**
Leistung (W) = 6,773 + 136,141 x KO - 0,916 x KO x A (Jahre)
- **Weiblich:**
Leistung (W) = 3,933 + 86,641 x KO - 0,346 x KO x A (Jahre)

Fahrradergometrie

Beispiel:

Mann, 81 Jahre, 81 kg, 167 cm

- Körperoberfläche KO (m²) = $0,007148 \times \text{KG} (81)^{0,425} \times \text{L} (167)^{0,725}$
= $0,007148 \times 6,4730078399 \times 40,8760989303$
= **1,8912986756**
- Leistung (W) = $6,773 + 136,141 \times \text{KO} - 0,916 \times \text{KO} \times \text{A} (81)$
W = $6,773 + 257,483 - 140,327$
W = **123,929**

Spiroergometrie

Gibt Informationen über:

- Die Menge an aufgenommenen O_2 (VO_2) & zugleich abgegebenem CO_2 (VCO_2)
- Die Größe des Atemvolumens (VE), bezogen auf die aktuelle Leistung
- Die klinische Symptomatik (Mitarbeit, Erschöpfung, ...)
- Die erreichte Leistung (W)
- Die Formanalyse der Atemströmungskurve

Spiroergometrie

- Die VO_2 max ist ein objektives Maß der körperlichen Leistungsfähigkeit, definiert als das oberste Limit des kardiopulmonalen Systems.
- Fick'schen Gesetz: VO_2 max ist gleich das Produkt des Herzzeitvolumens (HZV) und der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz

$$VO_{2\max} = HMV_{\max} \times avDO_{2\max}$$

Trainingsintensität und Trainingsbereich

Bezogen auf Herz-Kreislaufpatienten

Patienten mit HI sollten als Belastungstest eine Spiroergometrie erhalten → Training an der ersten ventilatorischen Schwelle

Table 1

Relationship among indices of exercise intensity and training zones. HR_{max} = maximum heart rate; HRR = heart rate reserve; METs = metabolic equivalents, 1 MET = individual metabolic resting demand, when sitting quiet, about 3.5 ml oxygen/kg/min or 1 kcal (4.2 kJ/kg/h) in the general population; RPE, Borg rating of perceived exertion (6–20 scale). Intensity examples: 1. Low: walking slow, light gardening; 2. Moderate: walking brisk, bicycling 16–19 km/h; 3. High: jogging, bicycling 20–22 km/h. (Copyright 2011 by the European Society of Cardiology. Reprinted by permission of SAGE Publications, Ltd. www.sagepub.co.uk (30, 31)).

INTENSITY	LACTATE (MMOL/L)	METS	VO ₂ MAX (%)	HRR (%)	HR _{MAX} (%)	RPE SCALE	TRAINING ZONE
Low intensity, light effort	2–3	2–4	28–39	30–39	45–54	10–11	Aerobic
Moderate intensity, moderate effort	4–5	4–6	40–59	40–59	55–69	12–13	Aerobic
High intensity, vigorous effort	6–8	6–8	60–79	60–84	70–89	14–16	Lactate, aerobic, anaerobic
Very hard effort	8–10	8–10	>80	>84	>89	17–19	Lactate, aerobic, anaerobic

3. Praktische Umsetzung



Inhalte der kardiologischen Rehabilitation

- Optimierung der evidenzbasierten Herzinsuffizienzmedikation (Dosistitration)
- Körperliche Aktivität und Trainingstherapie
- Psychosoziale Unterstützung (Krankheitsbewältigung, Lebensqualität)
- Schulung im Umgang mit der Erkrankung (Selbstwirksamkeit, Adhärenz)
- Berufliche und soziale Wiedereingliederung (Teilhabe)
- Gesunder Lebensstil (Nikotinstopp, Entspannung, Ernährung, etc.)

Symptome der chronischen Herzinsuffizienz

Symptome	Bemerkungen
Dyspnoe	<ul style="list-style-type: none">▪ Belastungsdyspnoe bei unterschiedlich schwerer Belastung (siehe NYHA-Klassifikation), Ruhedyspnoe, Orthopnoe, paroxysmale nächtliche Dyspnoe, Dyspnoe beim Nach-vorn-Beugen (Bendopnoe), Pfeifatmung
Leistungsminderung/ Müdigkeit	<ul style="list-style-type: none">▪ inadäquate Erschöpfung nach Belastungen▪ allgemeine Schwäche, Müdigkeit, Lethargie, reduzierte physische Belastbarkeit, Verschlechterung des Allgemeinzustandes
Flüssigkeitsretention	<ul style="list-style-type: none">▪ periphere Ödeme in abhängigen Körperpartien (Knöchel, Unterschenkel, bei bettlägerigen Patienten auch sakral) – ausgeprägt als Anasarka▪ Pleuraerguss, Aszites▪ schnelle Gewichtszunahme
trockener Husten	<ul style="list-style-type: none">▪ insbesondere nächtlich; häufig als Asthma, Bronchitis oder ACE-Hemmer-induzierter Husten missdeutet
andere	<ul style="list-style-type: none">▪ Nykturie▪ Schwindelanfälle, Palpitationen, Synkopen unter Umständen Hinweis für intermittierende oder permanente Herzrhythmusstörungen, Stürze▪ Übelkeit, Völlegefühl, abdominelle Beschwerden, Meteorismus, Obstipation▪ Gedächtnisstörungen, bei älteren Patienten insbesondere unklare Verwirrheitszustände, Depressionen▪ Inappetenz und Gewichtsabnahme bei kardialer Kachexie▪ Herzklopfen

(Nationale Versorgungsleitlinie, 2019, S. 15)

Klassifikation der chronischen Herzinsuffizienz

→ Orientierung im Sport:

New York Health Association (NYHA) (symptomorientiert)

NYHA I (asymptomatisch)	Herzerkrankung ohne körperliche Limitation. Alltägliche körperliche Belastung verursacht keine inadäquate Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris.
NYHA II (leicht)	Herzerkrankung mit leichter Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Keine Beschwerden in Ruhe und bei geringer Anstrengung. Stärkere körperliche Belastung (z. B. Bergaufgehen oder Treppensteigen) verursacht Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris.
NYHA III (mittelschwer)	Herzerkrankung mit höhergradiger Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei gewohnter Tätigkeit. Keine Beschwerden in Ruhe. Geringe körperliche Belastung (z. B. Gehen in der Ebene) verursacht Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris.
NYHA IV (schwer)	Herzerkrankung mit Beschwerden bei allen körperlichen Aktivitäten und in Ruhe, Bettlägerigkeit.

NYHA (nach Raschka et al., 2020)

NYHA-Stadium	Subjektive Beschwerden	Belastbarkeit Ergometrisch	Maximale Sauerstoffaufnahme (ml/kg/min)
I	Beschwerdefreiheit, normale körperliche Belastbarkeit	≥ 150 Watt ($> 1,5 - 2$ Watt/kg KG)	> 25
II	Beschwerden bei stärkerer körperlicher Belastung	bis 100 Watt ($> 1 - 1,5$ Watt/kg KG)	15 - 25
III	Beschwerden schon bei leichter körperlicher Belastung	bis 50 Watt (1 Watt/kg KG)	5 - 15
IV	Beschwerden in Ruhe	keine Belastungsuntersuchung möglich	< 5

Körperliche Aktivität und Trainingstherapie

- Individuell angepasste körperliche Trainingstherapie (Belastbarkeit, belastungslimitierende Begleiterkrankungen, Alter, Geschlecht, Motivation und Bewegungserfahrung)
- Effekte der Bewegungstherapie werden reevaluiert und angepasst (Trainingsintensität, -dauer, -häufigkeit, etc.)
- Als Basis aerobes Training nach der Dauerethode (Aerobes Intervalltraining mit kurzen Belastungsintervallen wird ebenfalls gut toleriert) → kein HIIT
- Dynamisches Kraftausdauertraining (Verbunden mit Koordination und Gleichgewicht) → Sturzprophylaxe
- Respiratorisches Training (zur Stärkung der Atemmuskulatur)

Tabelle 6: Optimale Trainingsdosis für Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz

	Aerobes Training	Widerstands-/Krafttraining
Häufigkeit	3–5 Tage/Woche, am besten täglich	2–3 Tage/Woche; Gleichgewichtstraining täglich
Intensität	40–80 % des VO_{2peak}	Borg-RPE-Skala <15 (40–60 % der 1-RM)
Dauer	20–60 min	10–15 Wiederholungen mit mindestens 1 Satz von 8–10 verschiedenen Ober- und Unterkörperübungen
Modus	kontinuierlich oder Intervall	
Progression	Es sollte ein progressiv zunehmendes Trainingsprogramm mit regelmäßigen Nachkontrollen (mindestens alle 3–6 Monate) empfohlen werden, um die Dauer und das Niveau der Belastung an den erreichten Toleranzgrad anzupassen.	Es sollte ein progressiv zunehmendes Trainingsprogramm mit regelmäßigen Nachkontrollen empfohlen werden (mindestens alle 3–6 Monate), um die Dauer und das Niveau der Belastung an den erreichten Toleranzgrad anzupassen.

Table 3. Moderate continuous aerobic endurance training (MCT): training parameters for exercise recommendations and exercise training control [4,5,7,8,38].

Parameter for Exercise Recommendations and Control	Recommendation Ranges	
Cycle Ergometer Test	Low to Moderate Intensity	Moderate to High Intensity
Percentage of peak heart rate achieved (% HR _{peak})	65–75% HR _{peak}	75–85% HR _{peak}
Percentage of peak heart rate reserve ¹ achieved (% HRR _{peak})	40–60% HRR _{peak}	60–70% HRR _{peak}
Exercise work load based on percentage of peak work load achieved in cycle ergometer test (watt _{peak})	40–60% watt _{peak}	60–80% watt _{peak}
Cardiopulmonary exercise testing ²		
Percentage of peak oxygen uptake achieved (% VO _{2peak})	40–60% VO _{2peak}	60–80% VO _{2peak}
Ventilatory threshold (VT1), respiratory compensation point (VT2)	from VT1 (55–70% VO _{2peak})	up to below VT2 (70–80% VO _{2peak})
Other parameters for exercise control ³		
Borg scale (6–20) for rating perceived exertion (RPE)	12–14 RPE	>15 RPE
Respiratory rate “speech rule” ⁴	the breathing during exercise should allow conversation	
Recommended exercise duration	from >5 up to 60 min	
Recommended exercise frequency	3–5 (7) days a week/most day of the week	

¹ Calculation of the target exercise heart rate according to the Karvonen formula: Calculation example: target exercise intensity 40% of heart rate reserve; resting heart rate: 60 beats/min; peak heart rate achieved during exercise test = 120 beats/min; Target exercise heart rate = 60 + (120 – 60) × 0.4 = 84 beats/min. ² Cardiopulmonary exercise testing: recommended especially in patients with chronic heart failure and congenital heart diseases. ³ in addition to other parameters, or when heart rate cannot be used for control (e.g., after heart transplantation, or VAD implantation). ⁴ Speech rule = moderate exertion should be performed without dyspnoea so that conversation is easily possible.

Therapiegruppeneinteilung & Trainingsinhalte

Gruppeneinteilung	Belastbarkeit in Watt/kg KG	Inhalte
Aufbaugruppe	bis 0,2	Atemtherapie, Koordinations- u. Haltungsschulung u.a.
Hockergruppe	0,2 – 0,5	Hockergymnastik in Kleingruppen, kleinere Spiele u.a.
Übungsgruppe	0,5 – 1,0	Gymnastik im Stehen/Gehen, Wassergymnastik u.a.
Trainingsgruppe	1,0 – 1,5	Nordic Walking, Joggen, Radfahren, Schwimmen u.a.
Sportgruppe	> 1,5	Größere Spiele (Volleyball, Prellball), Exkursionen u.a.

Leistungsbegrenzung und Trainingstherapie bei chronischer Herzinsuffizienz

- **Ursachen:**
kardial, peripher muskulär, pulmonal, vaskulär, Inflammation & Hämatologische Aspekte
 - **Belastungsuntersuchung:**
Spiroergometrie oder 6-min- Gehtest
 - **Empfehlungen:**
allgemeines Ausdauertraining, zunehmend Individualisierung der Trainingstherapie (Leistungsfähigkeit, Alter, Aktivitätsniveau)
- **WILLE** des Patienten ist von großer Bedeutung

	Junge (<65 Jahre)		Ältere (≥65 Jahre)	
	aktiv	bewegungsarm	aktiv	bewegungsarm
VO _{2peak} ≤10ml/kg/min oder <300m im 6MGT	CT	CT	CT	CT
	RT	RT	RT	RT
	RST	RST	RST	LIT
	LIT	LIT	LIT	
VO _{2peak} >10 bis ≤18 ml/kg/min oder 300 - 450m im 6MGT	CT	CT	CT	CT
	RT	RT	RT	RT
	RST	RST	RST	
	IT			
VO _{2peak} >18 ml/kg/min oder >450m im 6MGT	CT	CT	CT	CT
	RT*	RT*	RT*	RT*
	RST	RST	RST	RST
	HIT	HIT	HIT	HIT

Tabelle 1: Trainingsverordnung bei chronischer Herzinsuffizienz in Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit, des Alters und des Aktivitätsniveaus. VO_{2peak} gemessen anhand der Spiroergometrie als Goldstandard-Messgröße der Leistungsfähigkeit, während der 6-Minuten-Gehtest (6MGT) eine gültige Alternative ist, wenn die Spiroergometrie nicht verfügbar ist. CT, kontinuierliches Ausdauertraining; LIT/HIT/IT, gering/hoch-intensives Intervall-Ausdauer Training; RST, Krafttraining; RT, Atemmuskeltraining (* falls eine Schwäche der Atemmuskulatur besteht). Aktiver vs. bewegungsarmer Lebensstil basierend auf der Lebenseinstellung, Arbeits- und Freizeitaktivität. Modifiziert nach (42). (Abdruck mit Genehmigung von Oxford University Press, Lizenznummer 3317221417511)

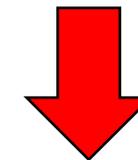
Trainingstherapie bei Herzinsuffizienz (HFrEF)

Tab. 1 Gesamtübersicht der Trainingsformen. (Modifiziert nach [25])

	Kontinuierliches Ausdauertraining (MCT)	Intervall-Ausdauer-Training (hochintensives Intervalltraining oder aerobes Intervalltraining)	Muskelaufbautraining
Einstieg	40–50% der „peak VO ₂ “ für maximal 15 min	Abwechselnd kurze Phasen von 10 s mit geringer Intensität (50% der „peak VO ₂ “) und längerer Erholungsphase (30% der „peak VO ₂ “ für 80 s); Dauer des Trainings: 5–10 min	Sehr geringe Intensität; 5–10 Wiederholungen in 1–3 Durchgängen/Übung
Steigerung des Trainings	Stufenweise Steigerung der Intensität (50% → 60%, 60% → 70% der „peak VO ₂ “); Verlängerung der Einheitsdauer auf 15–20 min → langfristiges Ziel: 30–45 min	Verlängerung der intensiveren Intervalle auf 10–30 s und Verkürzung der Erholungsphasen von 80 auf 60 s; Steigerung der Intensität auf 60–95% der „peak VO ₂ “; Dauer des Trainings: 15–30 min	Intensität moderat steigern (<60% der Maximalkraft); 15–25 Wiederholungen; 1 Durchgang/Übung

Dauer und Häufigkeit der Einheiten werden je nach Symptomen und klinischer Situation gesteigert. Insgesamt 3–6 Monate bis zum Erreichen des Trainingsziels einplanen. Anschließend Häufigkeit der Trainingseinheiten pro Woche steigern.

Ausgenommen:
 Patienten mit instabiler Herzinsuffizienz & bestimmte ätiologische Formen (inflammatorischen oder hypertrophen Kardiomyopathie)



Kontraindikation

4. Studienlage – Warum Training?

- Ökonomisierung der Herzarbeit
- Ökonomisierung der Atmung
- Absinken des Ruhepulses
- Verbesserte Durchblutung der Herz- und Körpermuskulatur
- Senkung des Blutdrucks
- Normale Blutfettwerte + Normalgewicht
- günstiger Einfluss auf den Zuckerhaushalt
- Psychische Entspannung

**Verbesserte Symptomatik
& Lebensqualität**

Studienlage zur Wirksamkeit der kardiologischen Rehabilitation

Tab. 1 Wirksamkeit der kardiologischen Rehabilitation auf klinische Endpunkte bei Patienten mit Herzinsuffizienz		
Endpunkt	Evidenz	Studien
Reduktion der Mortalität	Nicht belegt	Neutrale Effekte in RCTs oder Metaanalysen [6–10, 12]
		Positiver Effekt in retrospektiver Kohortenstudie [13]
		Positiver Effekt in retrospektivem Register [14]
Reduktion der Krankenhausaufnahme (Herzinsuffizienz und alle Ursachen)	Nicht sicher belegt	Positive [6, 8, 10] und neutrale [7, 12] Metaanalysen
		Positiver Effekt in retrospektiver Kohortenstudie [13]
		Positiver Effekt in retrospektivem Register [14]
Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit	Sicher belegt Deutlicher Effekt	Positive Effekte in RCTs und Metaanalysen [7–10, 12]
Verbesserung der Lebensqualität	Sicher belegt Mittlerer Effekt	Positive Effekte in RCTs und Metaanalysen [6–8, 12]

5. Offene Diskussion

Empfehlungen zur Trainingssteuerung

- Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (2021) *ESC Pocket Guidelines. Sportkardiologie und körperliches Training für Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen*, Version 2020. Börm Bruckmeier Verlag.
- Schwaab, B., Bjarnason-Wehrens, B., Meng, K. et al. (2021) Cardiac rehabilitation in german speaking countries of europe—Evidence-based guidelines from Germany, Austria and Switzerland LLKardReha-DACH—Part 2. *J Clin Med* 10:3071. <https://doi.org/10.3390/jcm10143071>
- Schwaab, B., Henke, N., Guha, M., Schlitt, A., Müller-Werdan, U., Edelmann, F., Von Haehling, S., Landmesser, U. & Pauschinger, M. (2023). Cardiac rehabilitation in patients with heart failure. *Die Kardiologie*, 17(3), 161–172. <https://doi.org/10.1007/s12181-023-00611-6>
- Von Haehling, S., Arzt, M., Doehner, W., Edelmann, F., Evertz, R., Ebner, N., Herrmann-Lingen, C., Garfias-Veitl, T., Koziolok, M., Noutsias, M., Schulze, P. C., Wachter, R., Hasenfuß, G. & Laufs, U. (2023). Erhalt von Leistungsfähigkeit und Lebensqualität bei chronischer Herzinsuffizienz (Teil 3). *Die Kardiologie*, 17(1), 50–62. <https://doi.org/10.1007/s12181-023-00593-5>
- WMF S3-Leitlinie zur kardiologischen Rehabilitation (LL-KardReha) im deutschsprachigen Raum Europas Deutschland, Österreich, Schweiz (D-ACH). (2020) Gesamtversion. Version 1.1, AWMF Registernummer: 133-001

Literaturverzeichnis

- AHA/ACC Guidelines (2022). AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, 145(18). <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001063>
- Edelmann, F., Grabs, V. & Halle, M. (2014). Trainingstherapie bei Herzinsuffizienz. *Der Internist*, 55(6), 669–675. <https://doi.org/10.1007/s00108-013-3429-y>
- Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (2021) *ESC Pocket Guidelines. Sportkardiologie und körperliches Training für Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen*, Version 2020. Börm Bruckmeier Verlag.
- Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (2022) *ESC Pocket Guidelines. Akute und chronische Herzinsuffizienz*, Version 2021. Börm Bruckmeier Verlag.
- Kindermann, W., Dickhuth, H.-H., Niess, A., Röcker, K. & Urhausen, A. (2007). *Sportkardiologie. Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen* (2. Aufl.). Darmstadt: Steinkopff.
- Klingenheben, T., Löllgen, H., Bosch, R. & Trappe, H.-J. (2018). Manual zum Stellenwert der Ergometrie. *Der Kardiologe*, 12, 342-355.
- Mayer-Berger, W. (2018). Endurance training in cardiovascular patients – practical aspects. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 2018(04), 87–92. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2018.319>
- Nationale VersorgungsLeitlinien. (2019). *Chronische Herzinsuffizienz. Langfassung* (3. Auflage). BÄK.

Literaturverzeichnis

- Pauschinger, M., Störk, S., Angermann, C. E., Bauersachs, J., Bekeredjian, R., Beyersdorf, F., Böhm, M., Frey, N., Gummert, J., Kindermann, I., Perings, S., Schulze, P. C., Von Scheidt, W. & Raake, P. (2022). Aufbau und Organisation von Herzinsuffizienz-Netzwerken (HF-NETs) und Herzinsuffizienz-Einheiten (Heart Failure Units [HFUs]) zur Optimierung der Behandlung der akuten und chronischen Herzinsuffizienz – Update 2021. *Der Kardiologe (Print)*, 16(2), 142–159. <https://doi.org/10.1007/s12181-022-00530-y>
- Paluch, A. E., Boyer, W. R., Franklin, B. A., Laddu, D., Lobelo, F., Lee, D., McDermott, M. M., Swift, D. L., Webel, A. R. & Lane, A. (2024). Resistance Exercise Training in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2023 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 149(3). <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001189>
- Pottgießer, T. (2014). Leistungsbegrenzung und Trainingstherapie bei chronischer Herzinsuffizienz. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 2014(04). <https://doi.org/10.5960/dzsm.2014.123>
- Primus, C., Wonisch, M., Berent, R. & Auer, J. (2022). Praxisleitlinien Ergometrie und Spiroergometrie. *Journal für Kardiologie - Austrian*, 29(1–2), 17–26.
- Raschka, C., Vogel, M., Edel, K. & Möller, L. (2020). *Herzsport: Erfolgreiche Bewegungsprogramme in Theorie und Praxis*.