

Kardiologie

<https://doi.org/10.1007/s12181-022-00561-5>

Angenommen: 9. Mai 2022

© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature - all rights reserved 2022



Implantation mechanischer Unterstützungssysteme und Herztransplantation bei Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz

Konsensuspapier DGK, DGTHG

P. Christian Schulze¹ · Markus J. Barten² · Udo Boeken³ · Gloria Färber⁴ · Christian M. Hagl⁵ · Christian Jung⁶ · David Leistner⁷ · Evgenij Potapov⁸ · Johann Bauersachs⁹ · Philip Raake¹⁰ · Nils Reiss¹¹ · Diyar Saeed¹² · David Schibilsky¹³ · Stefan Störk¹⁴ · Christian Veltmann¹⁵ · Andreas J. Rieth¹⁶ · Jan Gummert¹⁷

¹ Klinik für Innere Medizin I, Kardiologie, Angiologie und Internistische Intensivmedizin, Universitätsklinikum Jena, Jena, Deutschland; ² Klinik für Herzchirurgie, Herzzentrum, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland; ³ Klinik für Herzchirurgie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland; ⁴ Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, Universitätsklinikum Jena, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena, Deutschland; ⁵ Herzchirurgische Klinik und Poliklinik, LMU Klinikum, München, Deutschland; ⁶ Klinik für Kardiologie, Pneumologie und Angiologie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, Deutschland; ⁷ Klinik für Kardiologie, Charité Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin-Franklin, Berlin, Deutschland; ⁸ Deutsches Herzzentrum Berlin, Abteilung Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Deutsches Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), Berlin, Deutschland; ⁹ Klinik für Kardiologie und Angiologie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland; ¹⁰ Innere Medizin III (Kardiologie, Angiologie und Pneumologie), Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland; ¹¹ Schüchtermann-Schiller'sche Kliniken, Bad Rothenfelde, Deutschland; ¹² Universitätsklinik für Herzchirurgie, Herzzentrum Leipzig, Leipzig, Deutschland; ¹³ Herzchirurgie, Universitätsklinikum Freiburg – Bad Krozingen, Bad Krozingen, Deutschland; ¹⁴ Deutsches Zentrum für Herzinsuffizienz und Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Würzburg, Würzburg, Deutschland; ¹⁵ Hannover Herzrhythmus Centrum, Klinik für Kardiologie und Angiologie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland; ¹⁶ Abteilung Kardiologie, Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim, Deutsches Zentrum für Herz- Kreislauf-Forschung (DZHK), Standort RheinMain, Bad Nauheim, Deutschland; ¹⁷ Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie, Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein Westfalen, Universitätsklinikum der Ruhr-Universität Bochum, Bad Oeynhausen, Deutschland

Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s12181-022-00561-5>) enthält eine zusätzliche Tabelle „Indikatoren der terminalen Herzinsuffizienz („I NEED HELP“)“

Präambel

Durch die kontinuierlich steigende Prävalenz von Patienten mit einer chronischen Herzinsuffizienz steigt auch die Anzahl jener, die aufgrund terminaler Beschwerden behandelt werden müssen. Dabei ist die Einjahresmortalität in dieser Patientengruppe, trotz verbesserter medikamentöser und nichtpharmakologischer Strategien, mit 20–50% besonders hoch [1].

Aufgrund der oftmals eingeschränkten Toleranz medikamentöser Therapiestrategien und der Gefahr von zunehmenden Endorganschäden stellt die Implan-

tion einer dauerhaften mechanischen Kreislaufunterstützung (MCS) oder die Herztransplantation (HTx) in vielen Fällen die einzige prognoseverbessernde The-

Dieses Konsensuspapier wurde parallel in den Zeitschriften *Die Kardiologie*, *Medizinische Klinik – Intensivmedizin und Notfallmedizin* und *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* veröffentlicht.

Der Verlag veröffentlicht die Beiträge in der von den Autor*innen gewählten Genderform. Die Verwendung einer angemessenen gendergerechten Sprache, um Menschen in ihrer Vielfalt wertschätzend anzusprechen, wird begrüßt.

rapie dar [1]. Neben einer sorgfältigen Patientenselektion ist die rechtzeitige Indikationsstellung und die Auswahl der geeigneten Therapieoption (MCS vs. HTx) eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgversprechende Therapie. Darüber hinaus erfordern die Vorbereitung zur Operation, die Operation *per se* sowie die zwingend notwendige strukturierte Nachsorge ein interdisziplinär agierendes Netzwerk entsprechender Expertise [1].

Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) haben mit der Etablierung von Herzinsuffizienz-Netzwerken (HF-NETs) und Herzinsuffizienz-Einheiten (Heart Failure Units, HFU) gemeinsame strukturelle Vorgaben für die sektorenübergreifende ambulante und stationäre Behandlung von Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz erfüllt [2]. Die Zusatzqualifikation „Herzinsuffizienz“ der DGK beinhaltet das Modul „Mechanische Unterstützungssysteme und Herztransplantation“, das sich explizit mit der Behandlung von Patienten mit einer terminalen Herzinsuffizienz beschäftigt und im Curriculum der Aufbaukurse „Herzinsuffizienz“ der DGK-Akademie verankert ist [3].

Ziel des vorliegenden Positionspapieres ist die Definition einheitlicher diagnostischer und therapeutischer Algorithmen für die optimale Behandlung von Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz und deren Vorbereitung auf die Implantation eines dauerhaften MCS-Systems oder der HTx basierend auf den aktuellen Empfehlungen der ESC (European Society of Cardiology) und der EACTS (European Association for Cardio-Thoracic Surgery; [1, 4, 5]).

Terminale Herzinsuffizienz

Epidemiologie, Diagnose und Prognose

Bis zu 10% aller Patienten mit einer Herzinsuffizienz entwickeln das Stadium der terminalen Herzinsuffizienz [6–8]. Die Prävalenz der terminalen Herzinsuffizienz steigt mit zunehmendem Alter der Patienten aufgrund der besseren Primärversorgung insbesondere des akuten Herzinfarktes und der allgemein gestiegenen Überlebenschancen von

Die Behandlung von Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz erfordert eine interdisziplinäre Betreuung in einem qualifizierten Herzinsuffizienzteam, insbesondere im Vorfeld und in der Nachbetreuung der Versorgung mit einem mechanischen Kreislaufunterstützungssystem (MCS) und einer Herztransplantation (HTx). Grundvoraussetzung ist die frühzeitige spezialisierte Evaluation symptomatischer Patienten auch unter optimierter Herzinsuffizienzbehandlung. Die Diagnostik und Therapie ist zunächst auf eine Prognoseverbesserung ausgerichtet. Liegen die Voraussetzungen für eine MCS- oder HTx-Therapie vor, so sind mögliche Kontraindikationen und Probleme zu evaluieren, um eine optimale Nutzen-Risiko-Relation für die genannten aufwendigen Therapien mit begrenzten Ressourcen zu erzielen. Die optimale Therapie besteht bei entsprechenden Voraussetzungen nach wie vor in der HTx, sodass diese bei allen potenziellen Patienten angestrebt werden sollte. Dabei darf das optimale, individuelle Transplantationsfenster nicht verpasst werden. Die Versorgung mit einem MCS-System ist eine mit sehr guten Ergebnissen durchgeführte Therapie für Patienten mit Ausschlusskriterien für eine HTx oder mit einer hämodynamischen Instabilität, die eine längere Wartezeit auf ein Spenderorgan verhindert. Das kurz- und mittelfristige Überleben ist bei sorgfältiger Indikationsstellung mittlerweile vergleichbar mit dem nach HTx. Entscheidend ist die rechtzeitige Implantation vor dem Auftreten von manifesten Endorganschäden. Für die optimierte Umsetzung erweiterter Therapien bedarf es professioneller Strukturen, die eine effektive interdisziplinäre Kooperation unterschiedlicher Sektoren der Gesundheitsversorgung ermöglichen.

Schlüsselwörter

Terminale Herzinsuffizienz · Mechanische Kreislaufunterstützung · Herztransplantation · Hypoperfusionssyndrom · Endorgandysfunktion

Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz durch die verbesserten pharmakologischen und nichtpharmakologischen Therapien. Dennoch ist die Prognose mit einer Einjahresmortalität zwischen 25 und 50% sehr schlecht [1].

Die aktualisierten Kriterien für die Definition der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz auf Grundlage der ESC und der Heart Failure Association der ESC (2018) sind in **Tab. 1** aufgeführt [1, 7]. Wesentliche additive, herzinsuffizienzbedingte Kriterien der extrakardialen Organdysfunktion sind neben einer kardialen Kachexie die Leber- und Nierendysfunktion sowie die pulmonale Hypertonie (WHO-Klasse 2).

Da die Erfahrungen der Einteilung der Herzinsuffizienzstadien der New York Heart Association (NYHA), der American Heart Association (AHA) und auch des American College of Cardiology (ACC) keine geeignete Einschätzung für die Indikationsstellung einer MCS-Therapie erlauben, wurde zur besseren Stratifizierung von der Interagency Registry for Mechanical Assisted Circulatory Support (INTERMACS) der sog. INTERMACS-Score entwickelt. Diese Klassifikation beschreibt klinische Parameter und Charakteristika,

die eine erweiterte Herzinsuffizienztherapie erfordern (**Tab. 2**). Dabei liegt der optimale klinische Korridor für eine dauerhafte MCS-Therapie (basiert auf einem optimalen Nutzen-Risiko-Verhältnis) in etwa im Bereich der INTERMACS-Stadien 2–5 (**Abb. 1**; [9]). Zudem nimmt die Testung der funktionellen Kapazität mit Hilfe der Spiroergometrie und Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme ($VO_2\text{max}$) eine wichtige Rolle in der Evaluation von Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz ein. Ab einer $VO_2\text{max}$ von $< 14 \text{ ml/min/kg}$ ($< 12 \text{ ml/min/kg}$ unter aktueller leitliniengerechter medikamentöser Therapie) wird die Prognose deutlich schlechter, und bei geeigneten Patienten sollte spätestens dann eine Evaluation hinsichtlich HTx oder VAD erfolgen.

Der INTERMACS-Score und die $VO_2\text{max}$ können für eine prognostische Aussage im Rahmen der Evaluation für eine HTx [11], die Implantation eines dauerhaften MCS [12] oder aber auch für die Evaluation von ambulanten Patienten genutzt werden [13].

Tab. 1 Kriterien für die Definition der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz ^a
1. Schwere und persistierende Symptome der chronischen Herzinsuffizienz (NYHA Klasse III–IV)
2. Schwere kardiale Dysfunktion mit einem der folgenden Kriterien <ul style="list-style-type: none"> – linksventrikuläre Ejektionsfraktion $\leq 30\%$ – isolierte rechtsventrikuläre Dysfunktion (z. B. ARVC) – nichtoperable schwere Klappendysfunktion – kongenitaler Herzfehler – persistierend hohes (oder steigendes) BNP oder NT-proBNP und/oder schwere diastolische Dysfunktion oder linksventrikuläre strukturelle Störungen, die der Definition einer HFpEF oder HFmrEF entsprechen
3. Episoden einer pulmonalen oder systemischen Kongestion, die <ul style="list-style-type: none"> – hochdosierte, intravenöse Diuretikatherapie erfordern oder – Episoden eines Hypoperfusionssyndroms, welches Inotropika oder vasoaktive Medikation erfordert, oder – maligne Arrhythmien, die mehr als eine ungeplante Hospitalisierung in den letzten 12 Monaten erforderten
4. Schwere Belastungsintoleranz oder niedrige 6-Minuten-Gehstrecke (weniger als 300 m) oder reduzierte maximale Sauerstoffaufnahme (< 12 ml/kg/min oder $< 50\%$ des altersentsprechenden Wertes), die mit einer kardialen Ursache assoziiert sind
^a Alle genannten Kriterien 1.–4. müssen trotz einer optimalen medikamentösen Therapie vorhanden sein NYHA New York Heart Association, ARVC Arrhythmogene Rechtsventrikuläre Cardiomyopathie, BNP B-type Natriuretic Peptide, NT-proBNP N-terminal BNP, HFpEF Heart Failure with preserved Ejection Fraction, HFmrEF Heart Failure with mildly reduced Ejection Fraction

Diagnostik

Die Basisdiagnostik zur Einordnung der Herzinsuffizienz [14] und die Evaluation erweiterter Herzinsuffizienztherapien sollte folgende Komponenten beinhalten

- Labor: NT-proBNP, Zeichen der Endorganschädigung (insbesondere Leber- und Nierenfunktionsparameter), behandelbare Faktoren wie Anämie, Eisenmangel etc.
- Spiroergometrie: liefert mit der maximal erreichten Sauerstoffaufnahme VO_2 einen wichtigen Indikator für die Schwere einer Herzinsuffizienz
- 6-min-Gehtest
- Echokardiographie: Art und Ausmaß der kardialen Schädigung (Geometrie, systolische/diastolische Funktion) einschließlich Klappen und Hinweisen auf Endokarditis; intrakardiale Shunts; Myokarddicke mit Hinweis auf Speichererkrankungen; führendes rechts- oder linksventrikuläres oder biventrikuläres Versagen; angeborene Herzfehler; Perikardstruktur als mögliche Ursache der Herzinsuffizienz, Perikarderguss
- Koronarangiographie ggf. mit Myokardbiopsie: u. a. akute/fulminante Myokarditis, Speichererkrankungen, Sarkoidose
- Rechtsherzkatheteruntersuchung: hämodynamische Messungen zur

Einschätzung des Schweregrads der Herzinsuffizienz und Organminderperfusion; Indikationsstellung zu erweiterter Therapien; Messung des pulmonalen Gefäßwiderstandes (PVR) mit Testung der medikamentösen Beeinflussung (irreversibel erhöhter PVR mögliche Kontraindikation für eine HTx)

- EKG: u. a. Rhythmus, Herzfrequenz, Breite des QRS-Komplexes, Rhythmusstörungen
- Kardiale MRT: u. a. Art und Ausmaß der kardialen Schädigung einschließlich Klappen; intrakardiale Shunts; Hinweis auf Speichererkrankungen; führendes rechts- oder linksventrikuläres oder biventrikuläres Versagen; angeborene Herzfehler; Perikardstruktur, „late gadolinium enhancement“ (LGE)
- Psychosomatische Evaluation: Compliance, Demenz, suizidale Neigung, psychoemotionale Stabilität, soziale Unterstützung

Die vollständigen Untersuchungsergebnisse sollten in einer interdisziplinären Fallkonferenz unter Beteiligung von Kardiologie, Herzchirurgie und Intensivmedizinern sowie ggf. weiterer Fachdisziplinen (z. B. Psychologie, Anästhesie, Kardiotechnik/VAD-Koordinator) evaluiert werden. Im Anschluss müssen alle Pros

und Cons der Verfahren transparent und verständlich, sowie frühzeitig mit dem Patienten diskutiert werden.

Dies setzt eine individualisierte, optimierte Herzinsuffizienztherapie unter Einbeziehung aller Möglichkeiten wie kardiale Resynchronisationstherapie, Herzklappentherapien (chirurgisch oder interventionell), Ablation bei Vorhofflimmern, Ventrikelreduktionsplastik und Myokardrevaskularisation im Sinne einer Stufentherapie vor einer Herztransplantation bzw. Implantation eines permanenten Herzunterstützungssystems voraus. Ein wesentliches Element der Stufentherapie ist, dass der Patient weiterhin regelmäßig vom Heart Failure Team gesehen wird, damit der Zeitpunkt für die MCS-Implantation oder Listung zur HTx nicht verpasst wird.

Prognostische Evaluation

Als wesentliche Bedingung für die prognostische Stratifizierung der Patienten muss die rechtzeitige Vorstellung in einem Herzinsuffizienz-Referenzzentrum (überregionales HFU-Zentrum) mit Möglichkeit der erweiterter Herzinsuffizienztherapien wie HTx oder VAD-Implantationen erfolgen. Neben der Evaluation sowie der Prognoseeinschätzung können dort weitere Therapiestrategien in Absprache mit den die Patienten primär betreuenden Kollegen festgelegt werden (Abb. 2; [7, 8]).

Leider zeigt die klinische Realität, dass viele Patienten mit diesem Krankheitsbild erst sehr spät an ein Herzinsuffizienz-Referenzzentrum überwiesen werden [8]. Frühe Warnzeichen werden übersehen oder missinterpretiert (Algorithmus „I NEED HELP“). Zur Vermeidung sekundärer Komplikationen/Organschäden sollten die Patienten deshalb bereits im stabilen Stadium in einem Referenzzentrum zwecks gemeinsamer intersektoraler Betreuung vorgestellt werden (zusätzliche Tab. 1; [8]). Um die notwendige Logistik zu vereinfachen und die Leistungserbringer zusammenzubringen, wurde durch die Fachgesellschaften eine strukturierte Zusammenarbeit zwischen dem ambulanten Sektor und den klinischen Struktureinheiten (Heart Failure Units und überregionale Heart Failure Unit) vorgeschlagen [2]. Erfreulicherweise konnte bereits gezeigt

Tab. 2 INTERMACS(Interagency Registry for Mechanical Assisted Circulatory Support)-Klassifikation	
Profil	Zeitfenster für eine Intervention
Profil 1. Kritischer kardiogener Schock („crash and burn“)	Intervention innerhalb von Stunden erforderlich
Lebensbedrohliche Hypotension trotz steigender Inotropika und Katecholamintherapie; kritische Organhypoperfusion, ggf. mit Azidose und Hyperlaktatämie	
Profil 2. Progressive Verschlechterung („sliding on inotropes“)	Intervention innerhalb einiger Tage notwendig
Abnehmende Funktion trotz Inotropika-Unterstützung mit sich verschlechternder Nierenfunktion; nutritive Defizienz, Volumenintoleranz	
Profil 3. Stabil unter Inotropikatherapie („dependent stability“)	Elektive Intervention innerhalb weniger Wochen bis Monate
Inotropika-Abhängigkeit; stabil bzgl. Blutdruck, Organfunktion, Ernährung und Symptomatik unter Inotropikatherapie	
Profil 4. „frequent flyer“	Elektive Intervention innerhalb weniger Wochen bis Monate
Stabilisierung noch möglich, aber persistierende Herzinsuffizienzsymptome und rezidivierende Kongestion trotz hochdosierter Diuretikatherapie	
Profil 5. An die Häuslichkeit gebunden	Unterschiedliche Dringlichkeit in Abhängigkeit von nutritivem Status, Endorganfunktion und Aktivität
Stabil und asymptomatisch in Ruhe; alltägliche Aktivitäten in der Häuslichkeit möglich ohne Steigerungsoption; Zeichen der Kongestion mit eingeschränkter Nierenfunktion	
Profil 6. Belastungsintolerant („walking wounded“)	Unterschiedliche Dringlichkeit in Abhängigkeit von nutritivem Status, Endorganfunktion und Aktivität
Keine Volumenüberladung; symptomfrei in Ruhe aber Zeichen der frühzeitigen Ermüdung bei leichter Belastung; Monitoring mittels ergospirometrischer und ggf. invasiver hämodynamischer Kontrollen	
Profil 7. Fortgeschrittene NYHA-Klasse-III-Symptome	HTx oder LVAD nicht indiziert
Stabile Volumenbalance; asymptomatisch bis zu einem moderaten Belastungsniveau	
NYHA New York Heart Association, HTx Herztransplantation, LVAD Left Ventricular Assist Device	

werden, dass diese Interaktionsmuster zu einer Verbesserung des Patientenmanagements geführt haben [8].

Behandlung von Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz

Die pharmakologische Therapie und gegebenenfalls kurzzeitige, nichtpermanente MCS ist bei Patienten mit einer terminalen Herzinsuffizienz eine oft notwendige Strategie („bridge to decision“, BTĐ) bis zur Implantation eines dauerhaften MCS Systems („left ventricular assist device“, LVAD) oder einer HTx.

Pharmakologische Therapie

Die aktuelle leitliniengerechte pharmakologische Therapie sollte bei allen Patienten mit einer terminalen Herzinsuffizienz unter Berücksichtigung der Endorganfunktion eingesetzt werden [1, 6–9, 11–15]. Limitierend sind oft eine begleitende Hypotension und die progressive Endorganschädigung, insbesondere die Nierendysfunktion.

Inotropika können durch Steigerung der kardialen Kontraktilität die Hämodynamik verbessern, Stauungszeichen reduzieren, das Herzzeitvolumen steigern und die periphere Perfusion verbessern [16, 17].

Wenngleich nicht in randomisierten Studien untersucht, sind diese Wirkungen in der Regel mit einer Verbesserung der Endorganfunktion assoziiert und können zur hämodynamischen Stabilisierung vor Implantation einer MCS oder vor einer HTx im Sinne einer Präkonditionierung eingesetzt werden [1, 13, 16–22]. Für die intensivmedizinische Betreuung von Patienten mit kardialer Dekompensation werden meist Inotropika mit kurzer bzw. intermediärer Halbwertszeit (Dobutamin: 3–5 min; Milrinon: 6–8 h) bzw. längerer Halbwertszeit (Levosimendan 6–9 d) in Kombination mit intravenösen Schleifendiuretika (Furosemid) und Thiaziddiuretika eingesetzt, auch wenn es hierfür keine klare Evidenz gibt. Limitierend können akute proarrhythmische Nebenwirkungen sein.

Das Hypoperfusionssyndrom mit Inotropika-Abhängigkeit kann bei fehlenden Kontraindikationen die Voraussetzung für eine mögliche High-Urgency-Listung nach den aktuellen Transplantationsrichtlinien der Bundesärztekammer [4] sein. Dabei muss die dauerhafte Abhängigkeit nach initialer Stabilisierung durch Auslassversuche („weaning trial“) getestet werden.

Inotropika können auch als palliative Therapie zur Symptomverbesserung bei Patienten ohne weitere therapeutische Optionen eingesetzt werden. Die intermit-

tierende Langzeittherapie mit Levosimendan kann bei stationären und ambulanten Patienten in Erwägung gezogen werden, da es die Belastungsintoleranz reduziert und die Lebensqualität verbessert, ohne die Überlebenschancen zu beeinflussen [16, 17].

Therapie mit implantierbaren elektrischen Aggregaten

Falls nicht bereits mit einem entsprechenden System ausgestattet, sollte bei Patienten mit einer terminalen Herzinsuffizienz und reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion < 35% die Indikation für eine Defibrillatorimplantation und eine kardiale Resynchronisationstherapie (CRT) entsprechend den Leitlinien geprüft und die entsprechende Devicetherapie umgesetzt werden. Bei nachgewiesenem proarrhythmischen Effekt einer linksventrikulären Stimulation (meist bei Implantation der Koronarsinuselektrode in fibrotisches bzw. vernarbtetes Gewebe) sollte eine Ablation erwogen oder die LV-Elektrode deaktiviert werden, was auch zur Verlängerung der Batterielaufzeit beiträgt. Auch andere Therapieoptionen wie die kardiale Kontraktilitätsmodulation (CCM), Barostimulation oder das Monitoring mittels CardioMEMS® (Abbott Laboratories,

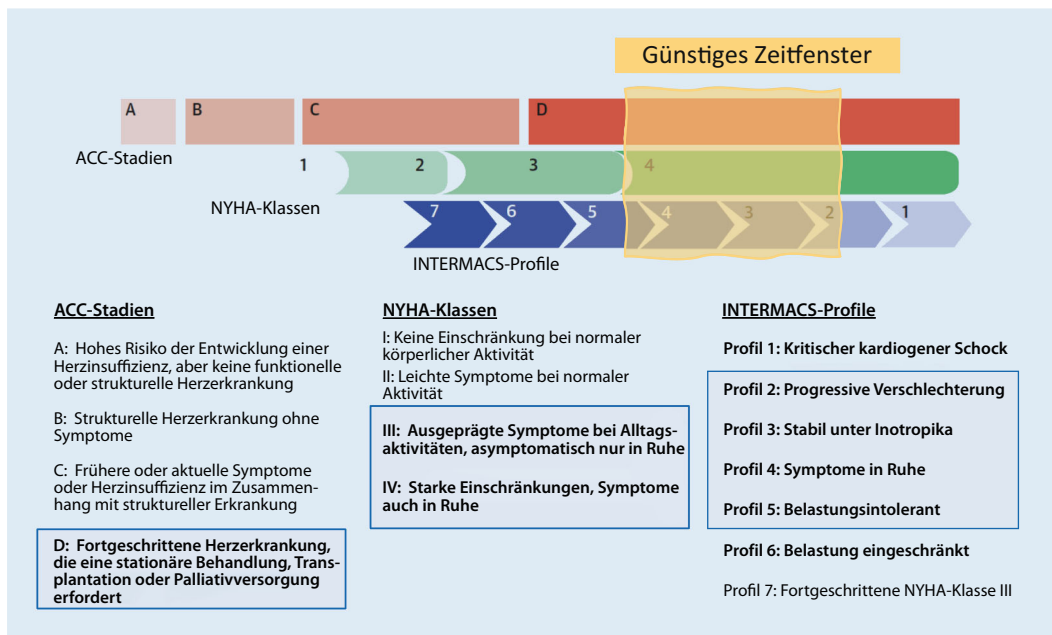


Abb. 1 ◀ Klinische Klassifikationen bei fortgeschrittener Herzinsuffizienz und Interventionsfenster für erweiterte Therapien. ACC American College of Cardiology, INTERMACS Interagency Registry for Mechanical Assisted Circulatory Support, NYHA New York Heart Association. (Adaptiert nach [10])

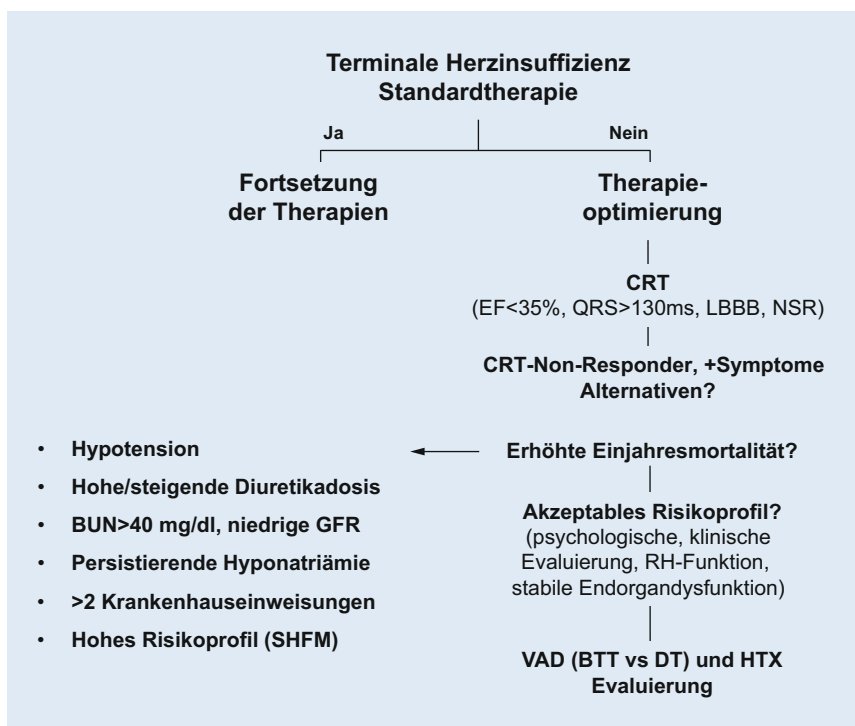


Abb. 2 ▲ Evaluation bei terminaler Herzinsuffizienz

Atlanta, GA, USA) können erwogen werden [1].

Zum Zeitpunkt der Implantation eines permanenten MCS-Systems oder der HTX-Listung sind viele Patienten bereits mit einem Defibrillator versorgt [23]. Die implantierten ICD-Systeme werden in der Regel bei LVAD-Implantation belassen. Bezüglich der Indikation zur ICD-Therapie nach LVAD-

Implantation existieren keine prospektiven randomisierten Studien.

Da einige Patienten mit einem LVAD auch ventrikuläre Tachykardien und in Einzelfällen sogar Kammerflimmern tolerieren (Fontan-Hämodynamik bei niedrigem pulmonalen Widerstand) besteht die Gefahr, dass Patienten mit LVAD neben inadäquaten Therapien die Schocks bei vollem

Bewusstsein erleben [23, 24]. Dementsprechend sollten der ICD mit langen Detektionszeiten und höheren Erkennungsgrenzen angepasst werden. Außerdem sollten schmerzlose antitachykarde Stimulationsoptionen ausgeschöpft werden, um nicht-notwendige ICD-Schocks zu vermeiden.

Nicht selten sind Interaktionen zwischen LVAD und ICD, v. a. bei subkutanen ICDs. Diese reichen von Oversensing und inadäquaten ICD-Therapien infolge einer elektromagnetischen Interferenz bis hin zu erschwelter Telemetrieaufnahme und erhöhten Defibrillationsschwellen mit ineffektiven ICD-Schocks [25, 26]. In solchen Fällen muss eine Deaktivierung oder eine Explantation erwogen werden.

Antiarrhythmika/Ablationstherapie

Im Falle von ventrikulären Tachykardien bieten sich prinzipiell die gleichen therapeutischen Optionen wie bei Patienten ohne LVAD an [27–29]. Nach Optimierung der β -Blocker-Therapie ist Amiodaron das Antiarrhythmikum der Wahl. Sollten Patienten trotz dieser Therapie weiter ventrikuläre Tachykardien bieten, kann Mexiletin ergänzt werden. Neben der rein medikamentösen Therapie stellt auch eine endo- und/oder epikardiale Katheterablation eine mögliche Therapieoption dar [28], daher sollten die Patienten interdisziplinär mit der Rhythmologie behandelt werden.

Tab. 3 Patientenevaluation für palliative Interventionen
1. Allgemeine und kontinuierliche Verschlechterung der physischen und psychischen Lebensfunktion und Abhängigkeit in den meisten Alltagsaktivitäten
2. Schwere Herzinsuffizienzsymptome mit niedriger Lebensqualität trotz optimaler pharmakologischer und nichtpharmakologischer Therapie
3. Häufige Hospitalisierungen mit schweren kardialen Dekompensationen trotz optimaler Therapie
4. Ausschluss einer Listung zur Herztransplantation und MCS-Therapie
5. Kardiale Kachexie
6. Nach klinischen Kriterien im präterminalen Stadium
MCS mechanische Kreislaufunterstützung

Tab. 4 Mögliche Therapieansätze bei Implantation eines MCS	
<i>Bridge to bridge (BTB)</i>	Kurzzeitiger Einsatz eines perkutanen MCS (ECLS/TandemHeart/Impella) bei Patienten im kardiogenen Schock zur Stabilisierung von Endorganfunktion und Hämodynamik und dem Ausschluss von Kontraindikationen für die Langzeit-MCS (z. B. Hirntod nach Reanimation) zur Evaluation von Langzeitoptionen wie HTx und Langzeit-MCS
<i>Bridge to candidacy (BTC)/Bridge to decision (BTD)/</i>	Einsatz eines VAD/TAH zur Verbesserung der Endorganfunktion und Evaluation primär ungeeigneter Patienten für eine HTx
<i>Bridge to transplantation (BTT)</i>	Einsatz eines VAD (LVAD, BiVAD oder TAH) zur Stabilisierung eines Patienten mit hohem Mortalitätsrisiko bis zur HTx
<i>Bridge to recovery (BTR)</i>	Einsatz eines LVAD zur Stabilisierung eines Patienten und Verbesserung der kardialen Funktion bis zur LVAD Explantation
<i>Destination therapy (DT)</i>	Permanente Implantation eines VAD/TAH als Alternative zur HTx bei Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz ohne Option einer HTx
MCS Mechanische Kreislaufunterstützung, ECLS Extrakorporaler Life Support, HTx Herztransplantation, VAD Ventrikuläres Assist Device, TAH Total Artificial Heart, LVAD Linksventrikuläres Assist Device, BiVAD Biventrikuläres Assist Device	

Zu den Komplikationsraten und Erfolgsaussichten der VT-Ablation bei Patienten mit LVAD können mangels größerer Studien keine verlässlichen Aussagen gemacht werden [28].

Renale Dysfunktion und Nierenersatztherapie

Eine Nierendysfunktion und die Resistenz gegenüber Schleifendiuretika sind häufige Zeichen einer sich verschlechternden klinischen Situation bei einer terminalen Herzinsuffizienz und refraktärem Volumenüberschuss. Die Verdopplung der Schleifendiuretika-Dosierung ist eine erste Eskalationsstrategie, gefolgt von der gleichzeitigen Gabe von Thiaziddiuretika oder Metolazon [30]. Patienten, die auf eine Intensivierung der Diuretikabehandlung nicht reagieren, sind für eine Nierenersatztherapie zu evaluieren [30–32]. Konventionelle Hämo- und Ultrafiltration sind hierbei häufig angewandte Strategien. Bei der Ultrafiltration wird über eine semipermeable Membran durch einen transmembranösen Druckgradienten Plasmaflüssigkeit entzogen. Auch die Hämodialyse kann bei Patienten mit einer Diuretikaresistenz in Erwägung gezogen werden, wenn gleich Daten zur Effektivität der Strategie gegenwärtig debattiert werden [30–32]. Als bei Herzinsuffizienz vorteilhafteres Verfahren gilt die Peritonealdialyse, die

im Gegensatz zur konventionellen Dialyse kontinuierlich Volumen entzieht und häufig von den Betroffenen selbständig zu Hause durchgeführt werden kann [33].

Psychosoziale Evaluation

Die terminale Herzinsuffizienz, die Wartezeit auf ein Organ, das Leben mit einem dauerhaftem MCS oder Transplantation stellen eine besondere, psychologisch potenziell belastende Situation dar, die Patienten in der Regel nur mit guter psychosozialer und individueller Unterstützung durch Familie und ihr soziales Umfeld bewältigen können. Ungenügende Therapieadhärenz, gravierende psychische Erkrankungen und Substanzmissbrauch stellen folgeschwere und im klinischen Alltag häufige Probleme dar, die u. U. zu einer HTx-Kontraindikation werden können. Insofern ist die psychosoziale Evaluation der Patienten vor einer HTx-Listung und MCS-Implantation von zentraler Bedeutung und hat deutlichen Einfluss auf den Langzeitverlauf und das Überleben [34].

Palliative Therapie der terminalen Herzinsuffizienz

Trotz verschiedener Therapieansätze bei Patienten mit einer fortgeschrittenen schweren Herzinsuffizienz können das Ausmaß einer hämodynamischen Dekompensation und die assoziierte Endorgan-

schädigung, die Dauer der Erkrankung und die sozialen Umstände eine zeitgerechte Intervention verhindern. Die Progression der Herzinsuffizienz und das Risiko des plötzlichen Herztodes sind dem Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz früh im Rahmen der Evaluationsgespräche zu vermitteln, um gemeinsam realistische Behandlungsziele und -algorithmen zu definieren (■ Tab. 3). Dies betrifft z. B. die Inaktivierung von ICD-Devices oder auch die Definition der Therapieziele bei Patienten mit mechanischen Unterstützungssystemen und schwerwiegenden Komplikationen (Schlaganfall, Infektionen etc.). Ein teambasierter Ansatz der Palliativmedizin ist hierbei zu empfehlen [35, 36]. Inotropika können auch als palliative Therapie zur Symptomverbesserung bei Patienten ohne weitere therapeutische Optionen eingesetzt werden. Die intermittierende Langzeittherapie mit Levosimendan kann bei stationären und ambulanten Patienten in Erwägung gezogen werden, da es die Belastungstoleranz reduziert und die Lebensqualität verbessert, ohne die Überlebenschancen zu beeinflussen [16, 17].

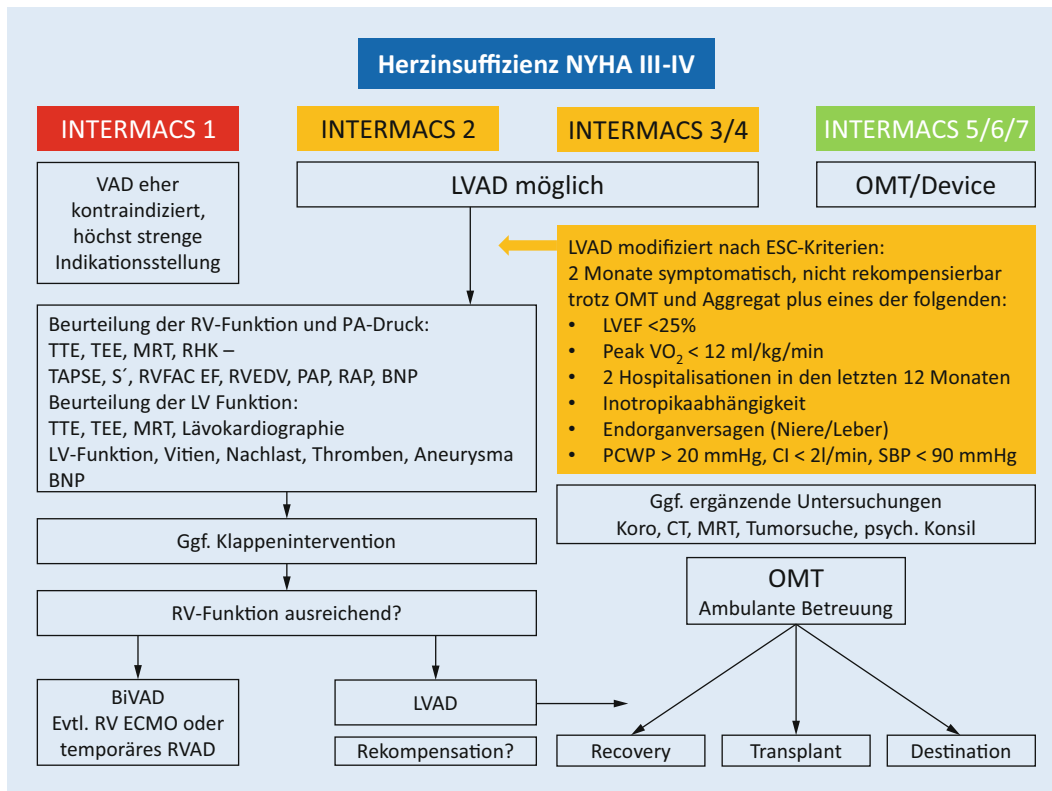


Abb. 3 ◀ Diagnostische und therapeutische Abläufe bei Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz

Mechanische Kreislaufunterstützung

Kurzzeitige mechanische Kreislaufunterstützung

Die kurzzeitige MCS ist indiziert, um ein therapierefraktäres kardiales Hypoperfusionsyndrom mit Gewebshypoxie und Endorganschädigung im Rahmen eines kardiogenen Schocks akut zu behandeln. Zeichen des Endorganschadens sind ein über die Norm erhöhtes Laktat, Bilirubin, eine erniedrigte GFR (bei Ausschluss einer Nierenerkrankung) und ein Serumnatriumspiegel < 135 mmol/l. Die Unterstützung ist für kurze und begrenzte Zeitperioden von einigen Tagen bis zu mehreren Wochen möglich. Das Ziel ist eine kardiale Entlastung, Verbesserung der Gewebperfusion sowie die Verbesserung der Endorganfunktion (insbesondere Niere, Leber, Lunge und Gehirn). Nach Re-Evaluierung der Situation (s. oben) kann die weiterführende Therapie im Sinne eines Langzeit-MCS, einer HTx oder einer Palliation festgelegt werden. Für die kurzfristige MCS-Therapie stehen neben der Impella, die ECLS oder eine Kombination aus beiden Verfahren zur

Verfügung. Die Implantationsmöglichkeiten sind vielfältig und hängen vom Patienten, der Expertise und der Erfahrung des behandelnden Zentrums ab. Grundsätzlich gilt, dass die Notwendigkeit eines biventrikulären Unterstützungsverfahrens mit einem höheren Risiko für den Patienten vergesellschaftet ist.

Die Behandlung von Patienten mit einer kurzzeitigen MCS-Therapie ist komplex und erfordert eine spezifische Expertise in Bezug auf Eskalationsstrategien, Weaning oder Terminierung. Die Kurzzeit-MCS-Therapie ist häufig bei Patienten im INTERMACS-Stadium 1 und 2 notwendig. Dabei kann die Indikation bis zur weiterführenden Therapieentscheidung („bridge-to-decision“ oder „bridge-to-bridge“) oder bis zu einer Entwöhnung („bridge-to-recovery“) erfolgen (▣ Tab. 4).

Implantierbare mechanische Herzunterstützungssysteme/ Kunstherz

Die permanente mechanische Kreislaufunterstützung kann das Überleben und die Symptome von Patienten mit einer fortgeschrittenen Herzinsuffizienz verbes-

sern [7, 11]. Der Einsatz der Kreislaufunterstützung kann für verschiedene klinische Szenarien erwogen werden (▣ Tab. 4). Dabei orientiert sich die Indikation für die mechanische Kreislaufunterstützung am INTERMACS-Profil (▣ Tab. 2; ▣ Abb. 3).

Es werden univentrikuläre Unterstützungssysteme (LVAD, seltener RVAD), biventrikuläre Unterstützungssysteme (BiVAD) oder ein kompletter Herzersatz („total artificial heart“, TAH) unterschieden. Die Lebensqualität mit den verschiedenen Systemen wird von den Patienten unterschiedlich empfunden. Generell wird die Lebensqualität mit einem LVAD-System am besten beurteilt.

Mögliche Indikationen für permanente MCS-Systeme sind „bridge-to-candidacy“, „bridge-to-transplantation“ oder auch die permanente Unterstützung („destination therapy“). In seltenen Fällen kann ein LVAD auch als „bridge-to-recovery“ eingesetzt werden ([6, 7, 11, 13, 37]; ▣ Tab. 4).

Die dauerhafte MCS-Therapie kann indiziert sein, wenn mittels medikamentöser Therapie keine ausreichende Verbesserung der Herzleistung erreicht wird oder eine Entwöhnung von einem temporären

Tab. 5 Empfehlungen für die Indikationsstellung zur Implantation von permanenten mechanischen Unterstützungssystemen bei Patienten mit einer fortgeschrittenen Herzinsuffizienz
1. Langzeit-MCS sollte bei Patienten mit einer fortgeschrittenen Herzinsuffizienz trotz optimaler medikamentöser und Device-Therapie eingesetzt werden, die nicht für eine Herztransplantation oder andere chirurgische Optionen in Erwägung gezogen werden, um das Mortalitätsrisiko zu senken und die Symptome zu verbessern (<i>Klasse 2 a, Evidenzlevel A</i>)
2. Langzeit-MCS sollte bei Patienten mit einer refraktären fortgeschrittenen Herzinsuffizienz trotz optimaler medikamentöser und Device-Therapie als Bridge-to-Transplantation eingesetzt werden, um Symptome zu verbessern, das Risiko der Herzinsuffizienzhospitalisierung zu reduzieren und das Mortalitätsrisiko zu senken (<i>Klasse 2 a, Evidenzlevel A</i>)
MCS Mechanische Kreislaufunterstützung

Tab. 6 Evaluationskriterien für Patienten ^a zur Implantation eines linksventrikulären Assist-Devices
1. LVEF < 25 % und max. Sauerstoffaufnahme von < 12 ml/kg/min oder < 50 % des Vorhersagewertes
2. Mindestens 2 Herzinsuffizienzhospitalisierungen in den letzten 12 Monaten
3. Inotropikaabhängigkeit (nach dokumentiertem Weaning-Versuch)
4. Progressive Endorgandysfunktion (sich verschlechternde Nieren- oder Leberfunktion, WHO-Typ 2 pulmonale Hypertension oder kardiale Kachexie)
5. Hypoperfusion, welche nicht durch inadäquat niedrige ventrikuläre Füllungsdrücke erklärt werden kann (PAWP > 20 mm Hg und SBP < 80–90 mm Hg oder Cardiac Index ≤ 2 l/min/m ²)
6. Mindestens moderate rechtsventrikuläre Funktion ohne schwere Trikuspidalklappeninsuffizienz
7. Refraktäre ventrikuläre Arrhythmien
^a Patienten mit persistierenden schweren Symptomen trotz optimaler leitliniengerechter pharmakologischer und nichtpharmakologischer Therapie, die eines der genannten Kriterien erfüllen LVEF Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, WHO World Health Organization, PAWP Pulmonal Arterieller Verschlussdruck, SBP Systolischer Blutdruck

Unterstützungssystem nicht möglich ist [1, 5].

Die leitliniengerechte Empfehlung zur Indikationsstellung für die LVAD-Implantation bei Patienten mit einer fortgeschrittenen Herzinsuffizienz nach den aktuellen Leitlinien der ESC [1] und EACTS [5] ist in **Tab. 5** dargestellt.

Generell gilt, dass Kandidaten für eine dauerhafte MCS-Implantation eine gute Compliance zeigen müssen, alle neurokognitiven Voraussetzungen für die Bedienung des Systems und gute psychosoziale Unterstützung haben müssen (Klasse-I-Empfehlung; [1]).

Die Evaluationscharakteristika der Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz, die für eine LVAD Implantation in Frage kommen, sind in **Tab. 6** dargelegt [6, 7, 11, 13, 37].

Die aktuellen 2-Jahres-Überlebensraten von Patienten mit einer permanenten mechanischen Kreislaufunterstützung der neuesten Generation der „continuous flow LVADs“ sind mit den Überlebensraten nach Herztransplantation vergleichbar (ca. 70%; [12, 19, 38, 39]).

In der aktuellen MOMENTUM3 (Multi-center Study of MagLev Technology in Patients Undergoing Mechanical Circulatory Support Therapy with HeartMate 3)-Studie lag das 2-Jahres Überleben bei 85,5%. Die Überlebenswahrscheinlichkeit ohne schweren Schlaganfall oder Re-Operation aufgrund einer LVAD-Funktionsstörung lag bei 76,9% [19].

Bei dem vollständig magnetisch gelagerten, zentrifugale LVAD vom Typ HeartMate 3 ist das Auftreten von Pumpenthrombosen und die Notwendigkeit einer Re-Operation aufgrund einer Funktionsstörung des Devices sehr selten (2,3% in der MOMENTUM-3-Studie; [19]). Bei reduzierten Pumpenthrombosenraten sowie einer Verringerung thrombembolischer und Blutungskomplikationen stehen nun die Reduktion von Driveline-Infektionen im Fokus des Interesses.

Derzeit ist das HeartMate 3 das einzig verfügbare zentrifugale LVAD-System in Deutschland (Stand Juni 2022). Außerdem steht das Excor-System der Firma Berlin Heart zur Verfügung, das hauptsächlich im pädiatrischen Bereich eingesetzt wird.

Tab. 7 Indikation und Kontraindikationen zur Herztransplantation
<i>Indikationen</i>
1. Fortgeschrittene Herzinsuffizienz mit schweren Symptomen, schlechter Prognose ohne alternative Behandlungsoptionen
2. Motivierte Patienten, gut informiert und psychisch-emotional stabil
3. Guter familiärer und sozialer Support
4. Fähigkeit, die intensiven Behandlungsmodalitäten postoperativ zu koordinieren und mit zu gestalten
<i>Kontraindikation (KI, absolut und relativ)</i>
1. Pharmakologisch irreversible pulmonale Hypertension (PVR > 3 Wood Units trotz pharmakologischer Testung und ggf. Katecholamintherapie. Die Implantation eines LVAD zur Entlastung des Lungenkreislaufs sollte erwogen werden, um eine „bridge to candidacy“ zu erlauben)
2. Schwere pAVK
3. Systemische Erkrankung mit Multiorganerkrankung
4. Schwere Komorbiditäten mit einer schlechten Prognose
5. Aktiver Alkohol- oder Drogenabusus, aktive Raucher (auch E-Zigaretten)
6. Aktive neoplastische Erkrankung bzw. hohes Risiko einer Tumorrezidiv
7. Inausreichende soziale Unterstützungsstrukturen und Complianceprobleme
8. Prä-Transplantation BMI > 35 kg/m ² (relative KI)
9. Aktive Infektionen (relative KI) ^a
10 Irreversible Nierendysfunktion (z. B. eGFR < 30 ml/min; relative KI)
^a Eine Deviceinfektion ist u. U. ein HTx-Listungskriterium PVR Pulmonary Vascular Resistance, LVAD Linksventrikuläres Assist Device, pAVK periphere Arterielle Verschlusskrankheit, BMI Body Mass Index, eGFR geschätzte Glomeruläre Filtrationsrate, HTx Herztransplantation

Ein TAH ist in Deutschland aktuell nicht zugelassen.

Herztransplantation

Die HTx bleibt der Goldstandard für die Behandlung der fortgeschrittenen schweren Herzinsuffizienz ohne vorliegende Kontraindikationen [1]. Die wesentlichen Indikationen und Kontraindikationen für die HTx sind in **Tab. 7** aufgeführt [18].

Die Einjahresüberlebensrate liegt international bei über 90% mit einem me-

dianen Langzeitüberleben von 12,5 Jahren [37, 40], in Deutschland bei ca. 80%. Die schlechteren Ergebnisse in Deutschland können u. a. auf ein deutlich höheres Spenderalter (30 vs. 40 Jahre) zurückgeführt werden.

Die Herztransplantation verbessert die Lebensqualität und den Funktionsstatus der Patienten. 90% der transplantierten Patienten können innerhalb von 1–3 Jahren zu ihrer normalen Lebensaktivität zurückkehren [18, 40].

Organallokation

Die Allokation von Spenderherzen wird in der Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nrn. 2 u. 5 Transplantationsgesetz für die Wartelistenführung und Organvermittlung zur Herz- und Herz-Lungen-Transplantation geregelt [41]. Dabei hat die Vermittlung unter Berücksichtigung von „Erfolgsaussicht“ und „Dringlichkeit“ zu erfolgen.

Bei der Allokation wird generell der Status „T“ (transplantabel), der Status „HU“ (high urgent, hochdringlich) und der Status „NT“ (nichttransplantabel) unterschieden [42]. Während über eine Listung im Status T das listende Zentrum entscheidet (nach Diskussion in der Transplantationskonferenz), muss der Status HU bei Vorliegen definierter Kriterien bei EUROTRANSPLANT beantragt werden. Über den Antrag entscheiden 3 Auditoren. Das aus den EUROTRANSPLANT-Ländern stammende Auditorenteam wechselt alle 14 Tage.

Die Wartezeit hängt neben dem Status, von der Blutgruppe aber auch von Größe, Gewicht oder anatomischen Gegebenheiten (z. B. Voroperation) des Patienten ab. Hinzu kommen möglicherweise vorbestehende Antikörper beim Empfänger, sodass im Vorfeld der Transplantation ggf. ein Crossmatch notwendig ist. Da alle Aspekte u. U. einen Einfluss auf das optimale Transplantationsfenster haben können, müssen diese Punkte im Rahmen der Listungsüberlegung berücksichtigt werden.

Der HU-Status (hochdringlich) kann auf Grund unterschiedlicher Kriterien vergeben werden (Übersicht ohne Details)

- „Box-A“-Kriterien
für Patienten mit kardialen Hypoperfusionssyndrom und Inotropieabhängig-

keit: Cardiac Index $< 2,0 \text{ l/min/m}^2$ trotz kontinuierlicher Dobutamin-, Milrinon- oder Enoximongabe *oder* Rückgang des Cardiac Index in einem Reduktionsversuch (unterhalb der Minimaldosis – s. ESC-Leitlinie) von über 2,0 auf unter $2,0 \text{ l/min/m}^2$ *oder* Wiederauftreten des kardialen Hypoperfusionssyndroms innerhalb von 14 Tagen nach einmaliger Levosimendangabe mit erneuter Notwendigkeit von Inotropika. Wichtig ist, dass die Inotropikaabhängigkeit zentrumsintern spätestens alle 2 Wochen mittels Rechtsherzkatheter zu prüfen ist.

- „Box-B-Kriterien“
für Patienten mit VAD/TAH („total artificial heart“), die Komplikationen unter Devicetherapie erlitten haben: Schlaganfall, periphere Embolisation, rezidivierende Magen-Darm-Blutungen, chronisches Rechtsherzversagen, Aortenklappeninsuffizienz, lebensbedrohliche Infektion, Gerätedefekt, Pumpenthrombose
- „Box-C-Kriterien“
Ausnahmefälle wie Patienten mit schwerer Herzinsuffizienz und kardialer Amyloidose, mit angeborenem Herzfehler (Erwachsene), unkontrollierbare lebensbedrohliche Arrhythmien, jeweils mit individueller Begründung.

Der HU-Status wird initial für 4 Wochen danach für 8 Wochen vergeben. Nach Ablauf dieser Intervalle ist jeweils ein erneuter Antrag zu stellen, um den Status zu erhalten. Erfüllt ein Patient während dieser Intervalle die HU-Bedingungen nicht mehr, so muss dies EUROTRANSPLANT aktiv vom Zentrum innerhalb von 24 h gemeldet werden [4].

Wartelistenmanagement

Die engmaschige Überwachung und Therapieanpassung von Patienten auf der HTx-Warteliste erfordert ein interdisziplinäres Team. Während chronisch stabile Patienten im EUROTRANSPLANT-Status T alle 3 Monate ambulant evaluiert werden sollten, müssen zunehmende Dekompensation unter adäquater Diuretikatherapie, Verschlechterung der Nieren- und Leberfunktion sowie Hypotension und Medikamentenintoleranz zu einer engeren Kontrolle der Patienten führen. Laborche-

mische Analysen, Spiroergometrien und die kardiale Bildgebung mittels Echokardiographie sind empfohlen. Zum Monitoring der pulmonalen Widerstandswerte (PVR) sollten bei Patienten auf der HTx-Warteliste alle 6 Monate Rechtsherzkatheteruntersuchungen durchgeführt werden. Bei kritischer Erhöhung der PVR (> 3 Wood Units) sind u. U. häufigere Untersuchungen, eine Testung der Reversibilität und eine gezielte Intervention notwendig.

Organspender

Eine wesentliche Limitation der HTx ist die Verfügbarkeit von Spenderorganen. Die Donorkriterien wurden deshalb in den letzten Jahren immer weiter ausgedehnt und zeigen ein zunehmend erhöhtes oberes Spenderalter insbesondere in Europa. Eine enge Selektion von Organempfängern, die primär auf den Prä-Transplant (Wartelisten Überlebensrate) und Post-Transplantüberlebensraten basiert (beide werden durch den präoperativen Status und Komorbiditäten beeinflusst), ist von Bedeutung. Es ist geplant, künftig ein neues, transparenteres Allokationssystem (Cardiac Allocation Score) anzuwenden, das sowohl die Dringlichkeit als auch den zu erwartenden Benefit (Erfolgsaussicht) nach einer HTx berücksichtigt [43, 44].

Strukturen für die Versorgung von Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz

Herzinsuffizienzteam

Für die Behandlung von Patienten mit einer fortgeschrittenen schweren Herzinsuffizienz an Zentren mit MCS- und/oder HTx-Expertise ist ein interdisziplinäres Team notwendig. Dies beinhaltet ärztliche und pflegerische Mitarbeiter und Patientenkoordinatoren, psychologische Fachangestellte und die Interaktionen mit den einzelnen medizinischen Fachdisziplinen zur Risikoevaluation und Behandlung von Komplikationen. Die Mindestbesetzung richtet sich in diesem Bereich an den Vorgaben der DGK und DGTHG für die überregionalen HFU-Zentren. Im ärztlichen Bereich sollten mindestens 2 kardiologische Mitarbeiter mit der DGK-Zertifizierung „Herzinsuf-

fizienz“ die Betreuung koordinieren und umsetzen.

Die DGK empfiehlt im Bereich der Herzinsuffizienz und insbesondere in den HFU Schwerpunkt Kliniken und überregionalen HFU-Zentren die unterstützende Betreuung der Patienten durch speziell geschulte und zertifizierte Herzinsuffizienzassistenten („Heart Failure Nurse“, „Heart Failure MFA“). Fokus ist die Betreuung im Krankenhaus und das Entlassungsmanagement sowie die poststationäre Weiterversorgung der Patienten. Die spezialisierten Fachkräfte sind für die Koordination der Pflege und des Monitorings sowie die Interaktion mit den behandelnden Ärzten von zentralem Stellenwert.

VAD/MCS-Koordinatoren/HTx-Koordinatoren

Von besonderer Bedeutung sind außerdem VAD/MCS- und HTx-Koordinatoren an den überregionalen HFU-Zentren. Die Qualifizierung erfolgt zum Teil hausintern für die perioperative Betreuung sowie für die Nachsorge von Patienten mit Herzunterstützungssystemen und zur peri- und postoperativen Betreuung bei HTx. Daneben wird präoperativ zum Umgang mit den MCS-Systemen und der Überwachung der Funktionalität des Systems informiert und therapierelevante Informationen werden an Patienten und weiterbetreuende Ärzte vermittelt. Idealerweise sollte ein kontinuierlich erreichbarer Telefonservice für akute MCS- und HTx-bezogene Probleme und Notfälle etabliert sein. Diese Aufgaben können auch durch geschulte Ärzte oder spezialisiertes Pflegepersonal der HFU-Ambulanzen übernommen werden. Im Bereich der HTx-Vorbereitung koordiniert und begleitet ein Team von Koordinatoren und HTx-Spezialisten präoperative Untersuchungen, dokumentiert die HTx-Listungsuntersuchungen und -befunde und übernimmt die Kommunikation mit der zentralen Vermittlungsstelle EUROTRANSPLANT.

Aufgaben des Herzinsuffizienzteams

Die medikamentöse Behandlung ist schriftlich im Herzinsuffizienzteam durch Kardiologen und Herzchirurgen festzulegen und umzusetzen. Die gemeinsame

transparente Dokumentation über Protokolle soll als Richtschnur für die Aktivitäten des Herzinsuffizienzteams mit dem Herzinsuffizienzassistentenpersonal und dem stationären und ggf. ambulanten Leistungserbringer dienen. Insbesondere soll so die Interaktion mit niedergelassenen Kardiologen und dem Hausarzt erleichtert werden. Kardiochirurgische und interventionelle Therapieoptionen für Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz müssen in einer regelmäßig stattfindenden interdisziplinären kardiologisch-kardiochirurgischen Konferenz im institutionalisierten Herzinsuffizienzteam des überregionalen HFU-Zentrums besprochen und dokumentiert werden. Die Indikationsstellung und ggf. die Reihenfolge des Einsatzes apparativer sekundär präventiver, kausal-therapeutischer oder palliativer Maßnahmen (z.B. kardiale Resynchronisationstherapie, ventrikuläre Unterstützungssysteme, TAVI, kathetergestützte AV-Klappenrekonstruktion, etc.) werden hier gemeinsam festgelegt und dokumentiert.

Strukturelle Voraussetzungen – Heart Failure Unit

Die strukturellen Voraussetzungen für ein MCS- und HTx-Zentrum lehnen sich an die durch die DGK und DGTHG gemeinsam vorgeschlagenen Kriterien der überregionalen Herzinsuffizienzcentren an [2]. Auf die Vernetzung mit ambulanten Praxen und den kooperierenden Kliniken in Form eines überregionalen Herzinsuffizienznetzwerkes ist besonderes Augenmerk zu legen, um dem Charakter des überregionalen Referenzzentrums gerecht zu werden. Anzustreben ist die turnusgemäße Zertifizierung als überregionales HFU-Zentrum durch die DGK/DGTHG [2].

Korrespondenzadresse



Dr. med. Andreas J. Rieth

Abteilung Kardiologie, Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim, Deutsches Zentrum für Herz- Kreislauf-Forschung (DZHK), Standort RheinMain
Benekestr. 2–8, 61231 Bad Nauheim, Deutschland
a.rieth@kerckhoff-klinik.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Den Interessenkonflikt der Autoren finden Sie online auf der DGK-Homepage unter <http://leitlinien.dgk.org/> bei der entsprechenden Publikation.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M et al (2021) ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J* 2021(42):3599–3726
2. Ertl GAC, Bekeredjian R, Beyersdorf F, Güder G, Gummert J, Katus HA, Kindermann I, Pauschinger M, Perings S, Raake PWJ, Störk S, von Scheidt W, Welz S, Böhm M (2016) Aufbau und Organisation von Herzinsuffizienznetzwerken (HF-NETs) und HerzinsuffizienzEinheiten („Heart Failure Units“, HFUs) zur Optimierung der Behandlung der akuten und chronischen Herzinsuffizienz. *Kardiologie* 10:222–229
3. Frey NAA, Bauersachs J, Hasenfuss G, Laufs U, Luchner A, Pauschinger M, Raake P, Sack S, von Scheidt W, Schulze PC, Smetak N, Subin B (2018) Curriculum Herzinsuffizienz. *Kardiologie* 12:56–67
4. Bundesärztekammer (2019) Richtlinien zur Organtransplantation gem. § 16 TPG. *Dtsch Arztebl* 116:A2322
5. Potapov EV, Antonides C, Crespo-Leiro MG et al (2019) EACTS expert consensus on long-term mechanical circulatory support. *Eur J Cardiothorac Surg* 2019(56):230–270
6. Fang JC, Ewald GA, Allen LA et al (2015) Advanced (stage D) heart failure: a statement from the heart failure society of america guidelines committee. *J Card Fail* 21:519–534
7. Crespo-Leiro MG, Metra M, Lund LH et al (2018) Advanced heart failure: a position statement of the

- heart failure association of the European society of cardiology. *Eur J Heart Fail* 20:1505–1535
8. Canepa M, Fonseca C, Chioncel O et al (2018) Performance of prognostic risk scores in chronic heart failure patients enrolled in the European society of cardiology heart failure long-term registry. *JACC Heart Fail* 6:452–462
 9. Shah KB, Starling RC, Rogers JG et al (2018) Left ventricular assist devices versus medical management in ambulatory heart failure patients: an analysis of INTERMACS profiles 4 and 5 to 7 from the ROADMAP study. *J Heart Lung Transplant* 37:706–714
 10. Truby L, Rogers J et al (2020) Advanced heart failure. *J Am Coll Cardiol* 8(7):523–536. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2020.01.014>
 11. Stevenson LW, Pagani FD, Young JB et al (2009) INTERMACS profiles of advanced heart failure: the current picture. *J Heart Lung Transplant* 28:535–541
 12. Goldstein DJ, Meyns B, Xie R et al (2019) Third annual report from the ISHLT mechanically assisted circulatory support registry: a comparison of centrifugal and axial continuous-flow left ventricular assist devices. *J Heart Lung Transplant* 38:352–363
 13. Kittleson MM, Shah P, Lala A et al (2020) INTERMACS profiles and outcomes of ambulatory advanced heart failure patients: a report from the REVIVAL registry. *J Heart Lung Transplant* 39:16–26
 14. Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H et al (2021) Universal definition and classification of heart failure: a report of the heart failure society of America, heart failure association of the European society of cardiology, Japanese heart failure society and writing committee of the universal definition of heart failure: endorsed by the Canadian heart failure society, heart failure association of India, cardiac society of Australia and new zealand, and Chinese heart failure association. *Eur J Heart Fail* 23:352–380
 15. Rosano GMC, Moura B, Metra M et al (2021) Patient profiling in heart failure for tailoring medical therapy. A consensus document of the heart failure association of the European society of cardiology. *Eur J Heart Fail* 23(6):872–881. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2206>
 16. Nizamic T, Murad MH, Allen LA et al (2018) Ambulatory inotrope infusions in advanced heart failure: a systematic review and meta-analysis. *JACC Heart Fail* 6:757–767
 17. Comin-Colet J, Manito N, Segovia-Cubero J et al (2018) Efficacy and safety of intermittent intravenous outpatient administration of levosimendan in patients with advanced heart failure: the LION-HEART multicentre randomised trial. *Eur J Heart Fail* 20:1128–1136
 18. Mehra MR, Canter CE, Hannan MM et al (2016) The 2016 international society for heart lung transplantation listing criteria for heart transplantation: a 10-year update. *J Heart Lung Transplant* 35:1–23
 19. Mehra MR, Uriel N, Naka Y et al (2019) A fully magnetically levitated left ventricular assist device—final report. *N Engl J Med* 380:1618–1627
 20. Rogers JG, Butler J, Lansman SL et al (2007) Chronic mechanical circulatory support for inotrope-dependent heart failure patients who are not transplant candidates: results of the INTRIPID Trial. *J Am Coll Cardiol* 50:741–747
 21. Rogers JG, Pagani FD, Tatroles AJ et al (2017) Intrapericardial left ventricular assist device for advanced heart failure. *N Engl J Med* 376:451–460
 22. Starling RC, Estep JD, Horstmannshof DA et al (2017) Risk assessment and comparative effectiveness

Implantation of mechanical circulatory support systems and heart transplantation in patients with end-stage heart failure. Consensus paper of the DGK, DGTGH

The treatment of patients with advanced heart failure requires interdisciplinary care in a qualified heart failure team, especially prior to and in the follow-up of mechanical circulatory support (MCS) implantation and heart transplantation (HTx). The basic prerequisite is the early specialized evaluation of symptomatic patients even under optimized heart failure treatment. Diagnostics and treatment are initially aimed at improving the prognosis. If the prerequisites for MCS or HTx treatment are present, possible contraindications and problems have to be evaluated in order to achieve an optimal risk-benefit ratio for the abovementioned complex treatments with limited resources. The optimal treatment is still HTx if the conditions are right, so this should be sought in all potential patients. At the same time, the optimal individual transplantation window should not be missed. The provision of a MCS system is a treatment performed with very good results for patients with exclusion criteria for HTx or with hemodynamic instability that prevents a longer waiting time for a donor organ. Short-term and medium-term survival is now comparable to HTx when carefully indicated. Timely implantation before the onset of manifest end-organ damage is crucial. Optimized implementation of advanced treatment requires professional structures that enable effective interdisciplinary cooperation between different sectors of health care.

Keywords

Advanced heart failure · Mechanical circulatory support · Heart transplantation · Low cardiac output syndrome · End-organ damage

- of left ventricular assist device and medical management in ambulatory heart failure patients: the ROADMAP study 2-year results. *JACC Heart Fail* 5:518–527
23. Darden D, Ammirati E, Brambatti M et al (2021) Cardiovascular implantable electronic device therapy in patients with left ventricular assist devices: insights from TRAVIATA. *Int J Cardiol* 340:26–33
 24. Smith ME, Moak JH (2021) Asymptomatic ventricular fibrillation in continuous flow left-ventricular assist device. *Am J Emerg Med* 49:130–132
 25. Sheldon SH, Jazayeri MA, Pierpoline M et al (2022) Electromagnetic interference from left ventricular assist devices detected in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *J Cardiovasc Electrophysiol* 33(1):93–101. <https://doi.org/10.1111/jce.15300>
 26. Zormpas C, Eiringhaus J, Hillmann HAK et al (2020) A novel screening tool to unmask potential interference between S-ICD and left ventricular assist device. *J Cardiovasc Electrophysiol* 31:3286–3292
 27. Sapp JL, Wells GA, Parkash R et al (2016) Ventricular tachycardia ablation versus escalation of antiarrhythmic drugs. *N Engl J Med* 375:111–121
 28. Anderson RD, Lee G, Virk S et al (2019) Catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with a ventricular assist device: a systematic review of procedural characteristics and outcomes. *JACC Clin Electrophysiol* 5:39–51
 29. Vliamas PP, Rochlani YM, Romero J et al (2021) Cardiac sympathetic denervation for refractory ventricular arrhythmia in continuous-flow left ventricular assist device. *JACC Case Rep* 3:443–446
 30. Felker GM, Lee KL, Bull DA et al (2011) Diuretic strategies in patients with acute decompensated heart failure. *N Engl J Med* 364:797–805
 31. Bart BA, Goldsmith SR, Lee KL et al (2012) Ultrafiltration in decompensated heart failure with cardiorenal syndrome. *N Engl J Med* 367:2296–2304
 32. Costanzo MR, Guglin ME, Saltzberg MT et al (2007) Ultrafiltration versus intravenous diuretics for patients hospitalized for acute decompensated heart failure. *J Am Coll Cardiol* 49:675–683
 33. Grosseckler L, Schmack B, Meyer K et al (2019) Peritoneal dialysis as therapeutic option in heart failure patients. *ESC Heart Fail* 6:271–279
 34. Guglin M, Zucker MJ, Borlaug BA et al (2020) Evaluation for heart transplantation and LVAD implantation: JACC council perspectives. *J Am Coll Cardiol* 75:1471–1487
 35. Brannstrom M, Boman K (2014) Effects of person-centred and integrated chronic heart failure and palliative home care. PREFER: a randomized controlled study. *Eur J Heart Fail* 16:1142–1151
 36. O'Donnell AE, Schaefer KG, Stevenson LW et al (2018) Social worker-aided palliative care intervention in high-risk patients with heart failure (SWAP-HF): a pilot randomized clinical trial. *JAMA Cardiol* 3:516–519
 37. Khush KK, Potena L, Cherikh WS et al (2020) The international thoracic organ transplant registry of the international society for heart and lung transplantation: 37th adult heart transplantation report-2020; focus on deceased donor characteristics. *J Heart Lung Transplant* 39:1003–1015
 38. Trivedi JR, Cheng A, Singh R, Williams ML, Slaughter MS (2014) Survival on the heart transplant waiting list: impact of continuous flow left ventricular assist device as bridge to transplant. *Ann Thorac Surg* 98:830–834
 39. Teuteberg JJ, Slaughter MS, Rogers JG et al (2015) The HVAD left ventricular assist device: risk factors for neurological events and risk mitigation strategies. *JACC Heart Fail* 3:818–828
 40. Chambers DC, Cherikh WS, Harhay MO et al (2019) The international thoracic organ transplant

- registry of the international society for heart and lung transplantation: thirty-sixth adult lung and heart-lung transplantation report-2019; focus theme: donor and recipient size match. *J Heart Lung Transplant* 38:1042–1055
41. Bundesärztekammer (Hrsg) (2021) Richtlinie gem. § 16 Abs. 1 S. 1 Nrn. 2 u. 5 TPG für die Wartelistenführung und Organvermittlung zur Herz- und Herz-Lungen-Transplantation. *Dtsch Arztebl* 118(35–36):A-1614/B-1338
 42. Eurotransplant consortium (2016) Eurotransplant manual, S 1–30
 43. Levy WC, Mozaffarian D, Linker DT et al (2006) The seattle heart failure model: prediction of survival in heart failure. *Circulation* 113:1424–1433
 44. Weiss ES, Allen JG, Arnaoutakis GJ et al (2011) Creation of a quantitative recipient risk index for mortality prediction after cardiac transplantation (IMPACT). *Ann Thorac Surg* 92:914–921 (discussion 921–2)