

## **Fortgeschrittene und terminale Herzinsuffizienz im Lichte aktueller Leitlinien und innovativer Behandlungsoptionen**

**Philip Raake, S. Pleger, H. A. Katus**

### **Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:**

Raake, Philip, S. Pleger, and H. A. Katus. 2013. "Fortgeschrittene und terminale Herzinsuffizienz im Lichte aktueller Leitlinien und innovativer Behandlungsoptionen." *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift* 138 (40): 2027-30. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1349513>.

### **Nutzungsbedingungen / Terms of use:**

**licgercopyright**

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under the following conditions:

**Deutsches Urheberrecht**

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publizieren>



# Fortgeschrittene und terminale Herzinsuffizienz im Lichte aktueller Leitlinien und innovativer Behandlungsoptionen

## Was ist neu?

- ▶ **Fortgeschrittene Herzinsuffizienz – Stufen-therapie:** Die Klassifikation des INTERMACS-Registers in sieben Stadien erlaubt eine genaue Einteilung der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz.
- ▶ **Intravenöse Eisentherapie bei begleitender Anämie:** Die Gabe von Erythropoese-Stimulantien bei Herzinsuffizienz brachte keine klinischen Effekte, jedoch führte die intravenöse Eisengabe bei nachgewiesenem Eisenmangel zu einer symptomatischen Besserung.
- ▶ **Endovaskuläre Mitralklappenrekonstruktion:** Eine hochgradige Mitralklappeninsuffizienz beeinträchtigt das Überleben von Patienten mit stark eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion (LVEF < 30%). Als Alternative zur chirurgischen Klappenrekonstruktion wurde die perkutane Mitralklappenrekonstruktion untersucht: Sie reduziert die Mitralklappeninsuffizienz in geringerem Maß als die chirurgischen Verfahren, ist aber sicherer, bei gleicher Rate an klinischen Endpunkten nach 12 Monaten.
- ▶ **Mechanische Kreislaufunterstützung:** Aufgrund steigender Patientenzahlen, des Mangels an Organen für die Transplantation sowie durch den technischen Fortschritt werden bei terminaler Herzinsuffizienz häufiger mechanische Kreislaufunterstützungssysteme dauerhaft oder überbrückend eingesetzt. Kontinuierlich-Fluss-Systeme haben sich als technisch überlegen erwiesen.
- ▶ **Advanced Heart Failure Unit:** Die Etablierung einer Herzinsuffizienz-Wachstation („Advanced Heart Failure Unit“) ermöglicht es, maßgeschneiderte Therapiekonzepte für jeden einzelnen Patienten zu entwickeln.

## Fortgeschrittene Herzinsuffizienz – Stufentherapie

Ein weit fortgeschrittenes Stadium wird international als NYHA IIIb/IV bzw. ACC/AHA C/D eingeordnet. Eine eingehendere Einschätzung erlaubt die Klassifikation des „Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support“ (INTERMACS), die für dieses Stadium 7 Schweregrade vergibt, von 7 („kaum belastbar/advanced NYHA III“) bis 1 („kritischer kardiogener Schock/crash and burn“) (● Tab.1). Diese Einteilung basiert auf dem US-amerikanischen Register für chirurgische mechanische Kreislaufunter-

stützung und dient der Stratifizierung für spezifische Therapien [7].

Therapeutisch sollte zunächst die leitliniengerechte Therapie mit Betablockern, ACE-Hemmern und Mineralokortikoidrezeptorantagonisten soweit möglich ausgeschöpft sein [8]. Zudem sollte eine interne Defibrillator- bzw. Resynchronisationstherapie eingeleitet sein [8]. Bei einer Verschlechterung der kardialen Funktion ist in weit fortgeschrittenen oder terminalen Stadien mit Hypotension, Hypoperfusion oder Schock die intravenöse Gabe eines Inotropikums (z.B. Dobutamin) erforderlich (ESC-Empfehlung IIa) [8]. Für Vasopressoren sieht die ESC-Leitlinie eine IIb-Empfehlung vor. Temporär können Vasopressoren bei persistierender Hypotension trotz Inotropika gegeben werden, um so Endorganschäden zu vermeiden. Die Infusion des positiv inotropen Ca<sup>2+</sup>-Sensitizers Levosimendan hat in der SURVIVE-Studie vergleichbare Ergebnisse wie Dobutamin erzielt [9]; die ESC-Leitlinien [8] sehen hier eine IIb-Empfehlung, vor allem um Betablocker-Effekte zu antagonisieren. Bei persistierender Hypotension oder beginnendem Schock kann eine passagere perkutane mechanische Kreislaufunterstützung (s.u.) erwogen werden, um eine persistierende Hypotension bei reversiblen Ursachen (z.B. virale Myokarditis) zu überbrücken (Bridge to Recovery, IIa) oder eine Stabilisierung bis zu einer definitiven Entscheidung bei rasch progredientem Schockgeschehen (INTERMACS 1, Bridge to Decision, IIb) zu erzielen [8]. Parallel kann eine forcierte Diurese oder auch eine Ultrafiltration/Aquapherese erforderlich werden. Elegant erscheint das Aquapherese-Ultrafiltrations-Verfahren (Aquadex<sup>TM</sup>, Gambro), da hier über zentrale oder periphere Zugänge Volumen entzogen und der Volumenhaushalt somit schonend gesteuert werden kann. Unklar bleibt nach aktueller Datenlage, ob auch Patienten von einer Ultrafiltration profitieren, die auf eine Diuretikagabe gut ansprechen [3]. Kann der Patient erfolgreich stabilisiert werden, so kann je nach individuellem Krankheitsverlauf eine chirurgische mechanische Kreislaufunterstützung (s.u.) oder eine Herztransplantation erwogen werden [8].

Der Goldstandard in der Therapie der terminalen Herzinsuffizienz ist eine Herztransplantation, jedoch brauchen deutlich mehr Patienten ein lebensrettendes Organ als Spender zur Verfügung stehen. Heutzutage werden überwiegend Patienten im Hochdringlichkeitsstatus (high urgency) transplantiert. Die mittleren Überlebensraten nach Herztransplantation sind dank moderner

P. Raake<sup>1</sup>  
S. Pleger<sup>1</sup>  
H. A. Katus<sup>1</sup>

## Institut

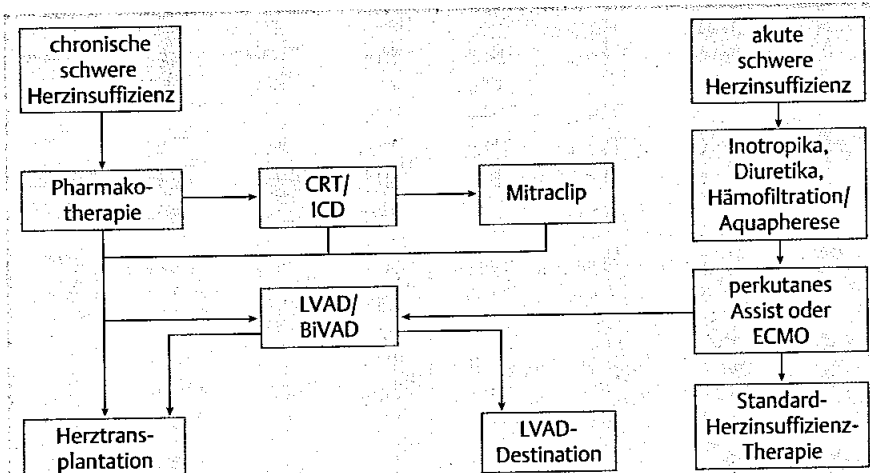
<sup>1</sup>Innere Medizin III, Kardiologie, Angiologie und Pneumologie, Universitätsklinikum Heidelberg

## Korrespondenz

Dr. Philip W. J. Raake  
Innere Medizin III, Kardiologie, Angiologie und Pneumologie, Universitätsklinikum Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 410  
69120 Heidelberg  
Tel. 06221/56 37758  
Fax 06221/56 5515  
eMail philip.raake@med.uni-heidelberg.de

**Tab. 1** Klassifikation der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz.  
INTERMACS: Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support  
NYHA: New York Heart Association, ACC/AHA: American College of Cardiology/American Heart Association.

Zustand des Patienten	Bezeichnung	INTERMACS-Score	NYHA	ACC/AHA
kritischer kardiogener Schock	„Crash and burn“	1	IV	D
steigender Katecholaminbedarf	„Sliding on inotropes“	2	IV	D
stabil unter Inotropika	„Dependent stability“	3	IV	D
häufige Dekompensationen	„Frequent Flyer“	4	IV	D
Ruhebeschwerden/nicht belastbar	„Exercise intolerant“	5	IV	C
Ruhebeschwerden/kaum belastbar	„Walking wounded“	6	IV	C
kaum belastbar	„Advanced NYHA III“	7	IIIb	C



**Abb. 1** Stufentherapie der akuten und chronischen schweren Herzinsuffizienz. LVAD: linksventrikuläres Assist-System, BIVAD: Biventrikuläres Assist-System, ICD: Interner Defibrillator, CRT: Kardiale Resynchronisationstherapie.

Immunsuppressiva und optimierter Organpräservierung beachtlich.

Ein Stufenschema zur Therapie der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz findet sich in **Abb. 1**. Meist sind Patienten mit schwerer Herzinsuffizienz multimorbide und die kardiale Funktionseinschränkung kann Komorbiditäten weiter verstärken, während sich umgekehrt auch Begleiterkrankungen ungünstig auf die Entwicklung der Herzinsuffizienz auswirken können [8]. Verweisen sei u.a. auf eine begleitende oder aus der Ventrikeldilatation resultierenden Mitralinsuffizienz oder eine signifikante Anämie. Da sich hier interessante Neuerungen ergeben haben, sollen Therapieansätze für diese Komorbiditäten nun eingehender diskutiert werden.

### Intravenöse Eisentherapie bei begleitender Anämie

Ein erheblicher Anteil der Patienten mit Herzinsuffizienz weist zusätzlich eine Anämie auf [14]. Je höher die NYHA-

Klasse desto wahrscheinlicher tritt eine Anämie als Komorbidität auf (NYHA I: 9% bis NYHA IV: 79%) [14]. Die Anämie kann zu einer weiteren Verschlechterung der kardialen Funktion und damit der klinischen Symptome beitragen. Therapeutisch wurden die Gabe von Erythropoese-Stimulanzien und die intravenöse Eisengabe untersucht. Ausreichende Daten zur Transfusion von Erythrozytenkonzentraten gibt es bislang nicht. In der kürzlich veröffentlichten RED-HF-Studie (Reduction of Events by Darpoetin Alfa in Heart Failure) wurde die Gabe von Darbopoetin bei systolischer Herzinsuffizienz mit Placebo verglichen [17]. Ein klinischer Vorteil von Darbopoetin wurde nicht beobachtet. Darbopoetin ist letztlich sogar mit einer höheren Rate an thromboembolischen Ereignissen vergesellschaftet, jedoch war die Schlaganfallrate in Vergleich zur Placebogruppe vergleichbar [17]. Die intravenöse Gabe von Eisen wurde in der FAIR-HF-Studie [2] getestet. Eingeschlossen wurden 459 Patienten mit NYHA II oder III, einer linksventrikulären Ejektionsfraktion unter 40–45%, ei-

nem nachgewiesenen Eisenmangel und einem Hämoglobin-Wert von 9,5–13,5 mg/dl. Die Eisengabe führte zu einer signifikanten symptomatischen Besserung, interessanterweise unabhängig von einer vorliegenden Anämie. Ein Effekt auf Mortalität wurde nicht beobachtet [2].

### Klinische Relevanz

Ob die Anämie bei Herzinsuffizienz einen unabhängigen Prädiktor für Mortalität verkörpert oder letztlich ein Ausdruck der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz ist, bleibt bislang unklar. Letztlich gilt es den Grund der Anämie zu erkennen und wenn möglich kausal zu therapieren.

### Endovaskuläre Mitralklappenrekonstruktion

Das Auftreten einer funktionellen hochgradigen Mitralklappeninsuffizienz ist eine häufige Komplikation bei fortgeschrittener Herzinsuffizienz [13]. Hierbei kommt es zu einem Circulus vitiosus: Die Mitralklappeninsuffizienz fördert die Dilatation des linken Ventrikels; in der Folge verändert sich die Ventrikelgeometrie, und die Mitralklappeninsuffizienz und die Herzinsuffizienz nehmen weiter an Schwere zu [10]. Eine hochgradige Mitralklappeninsuffizienz ist ein signifikanter und unabhängiger negativ-prädiktiver Faktor bereits für das kurz- bis mittelfristige Überleben von Patienten mit hochgradig eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion (LVEF < 30%) [13]. Allerdings geben die aktuellen Leitlinien [17] lediglich eine Klasse-IIa- oder Klasse-IIb-Empfehlung für eine chirurgische Mitralklappenrekonstruktion bei symptomatischen Patienten mit hochgradiger funktioneller Mitralklappeninsuffizienz und einer linksventrikulären Ejektionsfraktion unter 30%, da chirurgische Verfahren bei diesen schwerkranken Patienten mit einem hohen perioperativen Risiko einhergehen.

Seit 2008 existiert ein perkutanes Verfahren zur Rekonstruktion der Mitralklappe bei hochgradiger Mitralklappeninsuffizienz. Hierbei werden die Mitralklappensegel mittels eines Dacron beschichteten Kobalt/Chrom Clips (MitraClip™) unter TEE Kontrolle gegriffen. In der ersten randomisierten und multizentrischen Studie, die die perkutane Mitralklappenrekonstruktion mittels

MitraClip™ mit einer/einem chirurgischen Mitralklappenrekonstruktion/-Ersatz vergleicht (Endovascular Valve Edge-to-Edge Repair; EVEREST II), zeigte sich, dass die MitraClip™-Implantation hinsichtlich der Reduktion der Mitralklappeninsuffizienz weniger effektiv war als die chirurgischen Verfahren. Allerdings war das perkutane Vorgehen sicherer, bei gleicher Rate an klinischen Endpunkten nach 12 Monaten [5]. Innerhalb der letzten Jahre wurde die perkutane Mitralklappenrekonstruktion mittels MitraClip™ bei Hochrisikopatienten mit hochgradig eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion eingehend untersucht. Hierbei zeigte sich in der kurz- bis mittelfristigen klinischen Nachbeobachtung der Herzinsuffizienzpatienten 1. eine Reduktion der Dyspnoesymptomatik, 2. ein „reverses“ kardiales Remodeling, 3. eine signifikant gesteigerte linksventrikuläre Ejektionsfraktion und 4. eine Reduktion der Diameter sowie 5. eine Verringerung der Blutspiegel von „brain natriuretic peptide“ (BNP) [6, 11]. Somit ist von einem klinischen Nutzen der perkutanen Mitralklappenrekonstruktion mittels MitraClip™ bei Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz auszugehen. Dennoch fehlen bislang Daten aus größeren randomisierten Kollektiven.

#### Klinische Relevanz

Eine hochgradige Mitralklappeninsuffizienz wird häufig bei Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz beobachtet. Die chirurgische Therapie hat sich nicht bewährt. Allerdings konnte nun durch den technischen Fortschritt mit der Entwicklung des MitraClip™ beachtliche klinische Erfolge auch bei Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz unter vertretbarem Interventionsrisiko erzielt werden. Eine sorgfältige Auswahl der Patienten anhand der transthorakalen und transösophagealen Echokardiographie ist letztlich entscheidend für den Erfolg der MitraClip™-Implantation.

#### Mechanische Kreislaufunterstützung

Für ausgewählte Patienten mit einer terminalen Herzinsuffizienz ist der Organersatz im Rahmen einer Herztransplantation die Therapie der Wahl. Allerdings ist im Eurotransplantraum und auch in Deutschland ein stetiger Rück-

gang der Organspenderzahlen zu verzeichnen (<http://www.eurotransplant.org/cms/index.php?page=monthllystats>). Zugleich nimmt die Zahl der Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz zu; es besteht somit ein wachsendes Missverhältnis zwischen Organbedarf und -angebot. Technisch hat sich die mechanische Kreislaufunterstützung deutlich weiterentwickelt und ist somit eine mögliche Alternative für Patienten mit fortgeschrittener oder terminaler Herzinsuffizienz. Aktuell stehen linksventrikuläre Kontinuierlichfluss-, biventrikuläre bis hin zu miniaturisierten Systemen zur Verfügung. Überwiegend werden linksventrikuläre Unterstützungssysteme eingesetzt [8]. Die folgenden Aspekte beziehen sich daher vorwiegend auf linksventrikuläre Assist-Systeme. Im Rahmen folgender Szenarien werden die Systeme heutzutage klinisch verwendet:

**Bridge to Destination (BTD):** *dauerhafte Therapiemaßnahme bis zum Lebensende bei nicht transplantierbaren Patienten.* In der REMATCH-Studie konnte mit Einsatz des pulsatilen Heartmate I in diesem Kollektiv ein Vorteil gegenüber der rein medikamentösen Therapie festgestellt werden [12]. In der Folgestudie, ebenso als Destination-Maßnahme, wurden das weiterentwickelte Heartmate II (erzeugt einen kontinuierlichen Fluss über eine Archimedesschraube) mit dem Heartmate I verglichen. Hier zeigte sich eine signifikante Überlegenheit des Kontinuierlich-Flusssystems, so dass diese Systeme heute fast ausschließlich implantiert werden [15]. Zwischenzeitlich setzen auch andere Hersteller dieses Prinzip mit ähnlich guten Ergebnissen ein (z.B. Heartware HVAD, [16]). Die ESC-Leitlinie sieht hier eine IIa-Empfehlung [8].

**Bridge to Transplant (BTT)/Bridge to Candidacy (BTC):** *Implantation eines Assist-Systems als Überbrückung bis zur Transplantation bzw. bis eine Listung zur Herztransplantation möglich ist.* Vor allem im beginnenden kardiogenen Schock kann der Patient durch eine temporäre mechanische Unterstützung stabilisiert werden; zudem können drohende Endorganschäden abgewendet werden (Klasse I-Empfehlung) [8]. Der Patient kann so in einem relativ stabilen Zustand für eine Herztransplantation vorbereitet werden. Der Erfolg der Systeme als BTT wurde wissenschaftlich in zahlreichen klinischen Studien begleitet. Exemplarisch erwähnt sei eine aktuelle prospektive Ob-

servationsstudie zum BTT-Konzept an mehreren amerikanischen Zentren [1]. Hier konnte nach Implantation von Heartware HVAD, verglichen mit anderen Kontinuierlich-Flusssystemen, eine Erfolgsrate nach 180 Tagen von 90,7 vs. 90,1% nachgewiesen werden. Die Systeme erscheinen somit sicher und effektiv. Der richtige Zeitpunkt für die Implantation in diesem Szenario bleibt Gegenstand intensiver Diskussion und wird im Rahmen einer geplanten Studie von Prof. Dr. Dr. h.c. mult. R. Hetzer aus Berlin untersucht, die über das Deutsche Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung gefördert wird.

**Bridge to Recovery (BTR):** *Assist-Systeme als Brücke bis zur Erholung der Myokardfunktion.* Im Rahmen einer akuten Myokarditis kann eine vorübergehende mechanische Kreislaufunterstützung notwendig werden. Durch die mechanische Entlastung des linken Ventrikels wurden in Einzelfällen ein reverses strukturelles Remodeling und eine Zunahme der kardialen Funktion beobachtet. Bei einem geringen Prozentsatz der Patienten kann das System entwöhnt und dann auch wieder explantiert werden [4].

#### Klinische Relevanz

Die vorhandenen Systeme zur mechanischen Kreislaufunterstützung sind nach wie vor mit nicht unerheblichen Komplikationsraten vergesellschaftet. Eine eingehende Aufklärung des Patienten über Risiken und Abhängigkeiten sowie eine Abwägung des Nutzens sollten daher besonders sorgfältig erfolgen.

#### Advanced Heart Failure Unit

Wachsende Patientenzahlen mit fortgeschrittener und terminaler Herzinsuffizienz, die systemischen Auswirkungen und damit die Komplexität der Erkrankung und technologische Neuerungen machen zunehmend spezialisierte Strukturen an größeren Herzzentren erforderlich, die in besonderem Maße auf diese Patienten ausgerichtet sind. Wir haben am Herzzentrum der Universitätsklinik Heidelberg eine „Advanced Heart Failure Unit“ oder Herzinsuffizienz-Wachstation eingerichtet. Die Station ist als Intermediate-Care-Einrichtung speziell auf diese schwer kranken Patienten ausgelegt. Die Bettplätze verfügen über alle technischen Möglichkeiten einer modernen Intensiv-

station zur hämodynamischen Evaluation und Stabilisierung einschließlich perkutaner mechanischer Kreislaufunterstützungssysteme wie Cardiohelp, Impella oder IABP. Zusätzlich bieten wir an jedem Patientenbett die Möglichkeit der Hämodialyse an. Um all dies zu ermöglichen, wurde ein speziell geschultes Ärzte- und Pflegeteam zusammengestellt. Ein wesentlicher Punkt der Krankenversorgung stellt die Interdisziplinarität dar, durch die die Umsetzung des integrativen Behandlungskonzeptes überhaupt erst möglich wird. Unter Leitung der Kardiologie arbeiten hier mehrere Fachdisziplinen Hand in Hand, um individuelle Therapiekonzepte zu entwickeln. Hierzu findet ein täglicher Austausch mit Kollegen der Nephrologie, Psychosomatik, Ernährungsmedizin, Herzchirurgie und der Kinderkardiologie statt. Durch die vielschichtige Interaktion und Kommunikation ist es aus unserer Sicht möglich, maßgeschneiderte Therapiekonzepte für jeden einzelnen Patienten zu entwickeln [18].

#### Klinische Relevanz

**Wir sehen wachsende Patientenzahlen mit fortgeschrittener und terminaler Herzinsuffizienz. Diese Patienten sind multimorbide und bedürfen häufig einer intensiven Überwachung und Therapie. Auch sehen wir einen steten technischen Fortschritt, der zeitnah den Patienten nahegebracht werden sollte. Daher wurde eine Advanced Heart Failure Unit/Herzinsuffizienz-Wachstation etabliert, mit dem Ziel durch ein spezialisiertes Team und für diese Patienten maßgeschneiderte Diagnose- und Therapiekonzepte die Prognose und Symptomatik nachhaltig zu verbessern. Dieses Konzept erscheint für überregionale Herzzentren geeignet, die das gesamte Behandlungsspektrum der fortgeschrittenen und terminalen Herzinsuffizienz anbieten.**

**Autorenerklärung:** P.R. erklärt, dass er Vortragshonorare von HeartWare und Maquet erhalten hat. S.P. erklärt, dass er einen „unrestricted research grant“ von Abbott erhalten hat. H.K. erklärt, dass er keine Interessenkonflikte bezüglich dieses Artikels hat.

#### Literatur

- 1 Aaronson KD et al. Use of an intrapericardial, continuous-flow, centrifugal pump in patients awaiting heart transplantation. *Circulation* 2012; 125: 3191–3200
- 2 Anker SD et al. Ferric carboxymaltose in patients with heart failure and iron deficiency. *N Engl J Med* 2009; 361: 2436–2448
- 3 Costanzo MR et al. Ultrafiltration is associated with fewer rehospitalizations than continuous diuretic infusion in patients with decompensated heart failure: results from UNLOAD. *J Cardiac Fail* 2010; 16: 277–284
- 4 Dandel M et al. Prediction of cardiac stability after weaning from left ventricular assist devices in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Circulation* 2008; 118 (Suppl. 01): S94–S105
- 5 Feldman T et al. Percutaneous repair or surgery for mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2011; 364: 1395–1406
- 6 Franzen O et al. MitraClip® therapy in patients with end-stage systolic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2011; 13: 569–576
- 7 Kirklin JK et al. The Fourth INTERMACS Annual Report: 4,000 Implants and Counting. *J Heart Lung Transplant* 2012; 31: 117–126
- 8 McMurray JJV et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *Eur Heart J* 2012; 33: 1787–1847
- 9 Mebazaa A et al. Levosimendan vs dobutamine for patients with acute decompensated heart failure: the SURVIVE Randomized Trial. *JAMA* 2007; 297: 1883–91
- 10 Pleger ST et al. Acute safety and 30-day outcome after percutaneous edge-to-edge repair of mitral regurgitation in very high-risk patients. *Amer J Cardiol* 2011; 108: 1478–1482
- 11 Pleger ST et al. One year clinical efficacy and reverse cardiac remodelling in patients with severe mitral regurgitation and reduced ejection fraction after MitraClip(C) implantation. *Eur J Heart Fail* 2013; 15: 919–927
- 12 Rose EA et al. Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N Engl J Med* 2001; 345: 1435–1443
- 13 Rossi A et al. Independent prognostic value of functional mitral regurgitation in patients with heart failure. *Heart* 2011; 97: 1675–1680
- 14 Silverberg DS et al. The use of subcutaneous erythropoietin and intravenous iron for the treatment of the anemia of severe, resistant congestive heart failure improves cardiac and renal function and functional cardiac class, and markedly reduces hospitalizations. *JACC* 2000; 35: 1737–1744
- 15 Slaughter MS et al. Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *N Engl J Med* 2009; 361: 2241–2251
- 16 Slaughter MS et al. HeartWare ventricular assist system for bridge to transplant: combined results of the bridge to transplant and continued access protocol trial. *J Heart Lung Transplant* 2013; 32: 675–683
- 17 Swedberg K et al. Treatment of anemia with darbepoetin alfa in systolic heart failure. *N Engl J Med* 2013; 368: 1210–1219
- 18 Tschierscke R, Katus HA, Raake PWJ. Erste „Advanced Heart Failure Unit“ am Herzzentrum der Universitätsklinik Heidelberg. Beispiel einer integrierten Versorgungsstruktur zur optimierten Behandlung der terminalen Herzinsuffizienz. *Dtsch med Wochenschr* 2013; 138: 603–606
- 19 Vahanian A et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (Version 2012). *Eur J Cardio-thorac Surg* 2012; 42: S1–S44



**Dr. med. Philip W. J. Raake**  
Innere Medizin III, Kardiologie,  
Angiologie und Pneumologie,  
Universitätsklinikum Heidelberg



**Dr. med. Sven Pleger**  
Innere Medizin III, Kardiologie,  
Angiologie und Pneumologie,  
Universitätsklinikum Heidelberg



**Prof. Dr. med. Hugo A. Katus**  
Innere Medizin III, Kardiologie,  
Angiologie und Pneumologie,  
Universitätsklinikum Heidelberg