



J. Christoph Reidemeister

Foto: Tho Kauf

Unter großer Anteilnahme der Öffentlichkeit verpflanzte Christiaan Barnard 1967 in Kapstadt erstmals ein Herz. Mit Beginn der 80er Jahre kamen mit der Entwicklung der Lungen- und Herz-Lungen-Transplantation zwei weitere thorakale Transplantationsformen hinzu. Inzwischen werden weltweit etwa 4.400 dieser Transplantationen pro Jahr durchgeführt.

# Herz- und Lungentransplantation

## Thorakale Transplantationen: Stand und Ausblick

Von J. Christoph Reidemeister\*

Die klinische Herztransplantation, nach jahrelangen experimentellen Vorarbeiten von Norman Shumway, Richard Lower und vielen anderen (vgl. „Die Entwicklung der modernen Transplantationsmedizin“, S. 101/1960 ff), erstmals 1967 von Christiaan Barnard in Kapstadt durchgeführt, initiierte zunächst nur eine zögerliche Akzeptanz der Herztransplantation weltweit. Die klinischen Fortschritte wurden initial von drei Kliniken in Palo Alto, Kapstadt und Paris eingeleitet, führten jedoch erst mit Entwicklung des Immunsuppressivums Cyclosporin A durch Jean F. Borel Anfang der 80er Jahre zu einer weltweiten Verbreitung und zu einem exponentiellen Anstieg dieser Therapie auf etwa 3.500 Herztransplantationen pro Jahr, die am Ende dieses Jahrzehnts erreicht wurden. Der 1997 veröffentlichte Bericht der „International Society for Heart and Lung Transplantation“ weist bis einschließlich 1996 inzwischen einen weltweiten klinischen

Erfahrungsstand von 49.406 thorakalen Transplantationen aus. Diese gliedern sich in 40.738 orthotope Herztransplantationen, davon etwa 500 heterotope Herztransplantationen, 2.186 Herz-Lungen-Transplantationen sowie 3.939 Einzellungenstransplantationen.

1981 führten Bruce Reitz und Norman Shumway die erste erfolgreiche Herz-Lungen-Transplantation an der Stanford University in Palo Alto, USA, durch. Darauf folgte 1983 die erste einseitige Lungentransplantation mit Langzeiterfolg durch die Gruppe von Joel D. Cooper in Toronto, nachdem James D. Hardy bereits 1963 Kurzzeiterfolge mit der einseitigen Lungentransplantation zu verzeichnen hatte (vgl. „Die Entwicklung der modernen Transplantationsmedizin“, S. 101 ff). Diese historischen Neuerungen führten weltweit zur Ausbreitung der Herz-, Herz-Lungen- und der Lungentransplantation und zeigten 1996 einen Jahresstand von 3.308

Herztransplantationen, 86 Herz-Lungen-Transplantationen, 515 Einzellungen- sowie 520 Doppellungenstransplantationen. Dabei ist die weltweite Jahreszahl der Herztransplantationen von knapp 4.000 pro Jahr in den Jahren von 1990 bis 1995 im Jahr 1996 auf etwa 3.000 abgefallen, es muß daher mit einer Stabilisierung der Jahresanzahl um 3.000 gerechnet werden.

Am Universitätsklinikum Essen hat die Abteilung für Thorax- und Kardiovaskuläre Chirurgie nach intensiver Vorbereitung 1987 die erste und bis heute insgesamt 70 Herztransplantationen durchgeführt. Außerdem wurden zwei Herz-Lungen-Transplantationen und 15 Lungentransplantationen vorgenommen. Voraussetzung für dieses aufwendige Transplantationsprogramm war die am hiesigen Universitätsklinikum für die Transplantationsmedizin gegebene Infrastruktur: Es besteht ein seit Jahren funktionierendes Transplantationszentrum mit einem von

der Deutschen Stiftung Organtransplantation (DSO) getragenen Organspendeprogramm. Seit 1972 wurden Nierentransplantationen durchgeführt, seit 1975 besteht eine Arbeitsgruppe für Knochenmarkstransplantation und seit 1988 ein aktives Knochenmarkstransplantationszentrum, außerdem stellen die Institute für Immunologie, für Bakteriologie, für Pathologie, für Pharmakologie und für Pathophysiologie sowie die Kliniken für Kardiologie und Pneumologie wesentliche Kooperationsmöglichkeiten dar.

### Indikationen

Die Indikation zur Herztransplantation war im Erwachsenenalter – nach der Statistik der International „Society for Heart and Lung-Transplantation“ aus dem Jahre 1977 – in 50 Prozent der Fälle eine *Kardiomyopathie*, eine Herzerkrankung mit extremer Erweiterung der Herzhöhlenräume und damit Vergrößerung des Herzens bei ausgeprägter Pumpschwäche. Die Ursache dieser Kardiomyopathie ist häufig unbekannt. Als Ursachen werden diskutiert und gelegentlich nachgewiesen: Virusinfektionen des *Myokards*, Autoimmunkrankheiten, die durch Virusinfektionen ausgelöst werden, bakterielle Erkrankungen und Pilzerkrankungen des Myokards. In weiteren 40 Prozent ist die *koronare Herzkrankheit* Grund für eine Herztransplantation, häufig nachdem eine oder mehrere *Dilatationen* und/oder Operationen zur Verbesserung der Durchblutung des Herzmuskels vorausgegangen sind. Selten – nur in vier Prozent – sind Klappenerkrankungen des Herzens in ihren Spätstadien, meist ebenfalls nach vorausgegangenem Rekonstruktions- oder Ersatzoperationen, und in weiteren drei Prozent andere Erkrankungen ein Grund für eine Herztransplantation im Erwachsenenalter. Nur in zwei Prozent wurde eine erneute Transplantation durchgeführt.

Als Indikation für eine Herztransplantation im Kindesalter ist die Kardiomyopathie nach der gleichen Statistik von 1997 mit 50 Prozent in der Altersgruppe von einem bis fünf Jahren, in 62 Prozent in der Altersgruppe von sechs bis 15 Jahren vertreten. Zusätzlich wird in 75 Prozent eine Herztransplantation im Kindesalter in der Altersgruppe weniger als einem Jahr und in 42 Prozent in der Altersgruppe von einem bis fünf Jahren wegen komplexer angeborener Fehlbildungen des Herzens notwendig. Insgesamt wurden 1996 260 Herztransplantationen bei Kindern bis zu 15 Jahren notwendig und durch Organvermittlung möglich.

Grundsätzlich kann die Herztransplantation in jedem Lebensalter, also auch bei Säuglingen und Kleinkindern durchgeführt werden. Wegen der Seltenheit von Spenderorganen im Säuglings- und Kleinkindesalter ist in dieser Altersgruppe 1983 auch bereits die erste sogenannte *Xenotransplantation*, die Implantation eines artfremden Organs erfolgt: Leonhard Bailey und seine Mitarbeiter transplantierten in Loma Linda einem kindlichen Empfänger mit kongenitalem Herzfehler ein Affenherz, allerdings ohne dauerhaften Erfolg.

Indikationen für eine Herz-Lungen-Transplantation sind nach der Häufigkeit

- zu 30 Prozent eine sekundäre Lungenhochdruckbildung durch einen angeborenen Herzfehler mit Vermehrung der Lungendurchblutung;
- zu 27 Prozent eine primäre pulmonale Hochdruckbildung;
- zu 17 Prozent eine Lungenerkrankung, die *cystische Fibrose*, die mit rezidivierenden Lungentzündungen einhergeht;
- zu 15 Prozent die verschiedensten Ursachen, sowie
- zu sieben Prozent ein *Alpha-1-Antitrypsinmangel* bzw. ein *Emphysem*.

Die Indikation für eine einseitige Lungentransplantation war nach der weltweiten Jahresstatistik für 1996 in 44 Prozent ein Emphysem, eine

krankhafte Ausbildung von großen Blasen in der Lunge, sowie in 90 Prozent eine *idiopathische pulmonale Fibrose*, eine Verhärtung des Lungengewebes. In weiteren zwölf Prozent der Lungentransplantationen ist eine Stoffwechselerkrankung, der sogenannte *Alpha-1-Antitrypsinmangel* mit Emphysembildung die Ursache und in sechs Prozent ein *Lungenarterienhochdruck*.

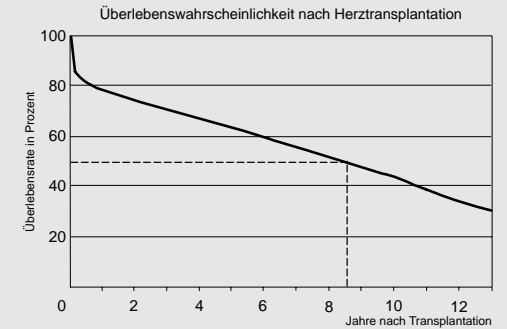
Die auch in einem Eingriff nach-einander beidseitig durchführbare Doppellungentransplantation wird in 34 Prozent bei der cystischen Fibrose angewandt, in 17 Prozent beim Emphysem, in elf Prozent beim *Alpha-1-Antitrypsinmangel-Emphysem* und in zehn Prozent beim *pulmonalen Hypertonus*. Die idiopathische pulmonale Fibrose spielt mit sieben Prozent als Indikation für die beidseitige Lungentransplantation nur eine untergeordnete Rolle.

### Die Begleitung der Empfänger bis zur Transplantation

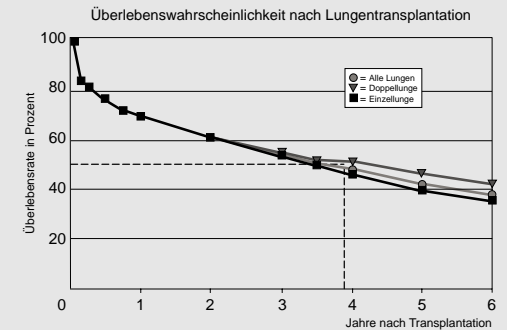
Die Mehrzahl der Patienten mit einem schweren Herzversagen sind nach Ausschöpfung aller operativer Korrekturmöglichkeiten und nach Anwendung intensiver medikamentöser Therapie keine Kandidaten für eine Herztransplantation. Patienten, deren Symptome einer schweren Herzinsuffizienz sich nur ungenügend durch die Basistherapie der Herzinsuffizienz mit *Digitalis*, *Diuretika* und *Vasodilatoren* beeinflussen lassen, müssen einer individuellen Therapie der Herzinsuffizienz zugeführt werden, bei der der *hämodynamische Status* und die Antwort auf verschiedene Arten und Dosierungen unterschiedlicher Medikamente, speziell für den Einzelpatienten, ausprobiert und eingestellt werden müssen. Sobald diese Patienten auch unter einer individuellen medikamentösen Therapie nicht mehr zu behandeln sind, kommt nur noch eine Verlegung in ein Transplantationszentrum in Frage. Wenn notwendig, kann hier – nach vorheri-

ger Abklärung und aktueller Bestätigung der Transplantationsindikation im Einzelfall und nach Ausschluß von Kontraindikationen, wie etwa einer floriden Infektion – der Zustand des Patienten in der Zeit bis zur Transplantation mit einer mechanischen Kreislaufunterstützung stabilisiert werden. Als sogenannte Kreislaufunterstützungssysteme stehen beispielsweise die Hämopumpe (Nimbus, USA), die Zentrifugalpumpe (Biomedicus, USA), das Pierce-Donachy-Unterstützungssystem (Thoratec, USA), das Links-Herz-Unterstützungssystem (Novacor, USA), das vollständige Kunstherz (Jarvic, USA) und andere zur Verfügung. Diese Systeme werden auch an deutschen Transplantationszentren genutzt; die Abteilung für Thorax- und Kardiovaskuläre Chirurgie in Essen verfügt über ein Thoratec-Unterstützungssystem im Rahmen ihres Herztransplantationsprogramms.

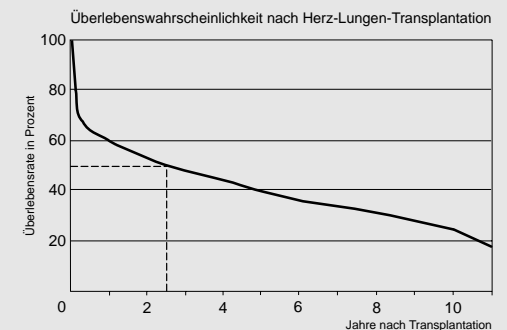
Bei den Lungenerkrankungen besteht eine Möglichkeit zur Linderung der Symptome meist durch eine gezielte Atemgymnastik und vor allem durch eine Langzeitcortisontherapie. Wenn diese an die Grenzen ihrer Leistungsmöglichkeit kommt, besteht zur Überbrückung bis zur Transplantation auch wie beim Herzen die Möglichkeit einer *extrakorporalen Membranoxygenierung (ECMO)*, bei der durch Blutentnahme aus den Venen der Leistenregion des Patienten das Blut durch eine künstliche Lunge gepumpt wird, wo es mit Sauerstoff beladen und Kohlendioxid entladen wird, ehe es in den arteriellen Kreislauf des Patienten zurückgepumpt wird. Hiermit können kurzfristig Überbrückungen bis zum Erhalt eines Spenderorgans erreicht werden. Der Einsatz solcher apparativer Unterstützungssysteme als Überbrückung zur Herz-, Herz-Lungen- und Lungentransplantation birgt ein Krankheits- und Sterblichkeitsrisiko durch auftretende Infektionen, Thrombosen und Embolien sowie



(1) Überlebenswahrscheinlichkeit nach Herztransplantation bei 38.058 Transplantationen weltweit<sup>2</sup>. Die 50-Prozent-Überlebensrate (gestrichelte Linie) beträgt 8,6 Jahre



(2) Überlebenswahrscheinlichkeit nach Lungentransplantation bei 5.783 Transplantationen weltweit<sup>2</sup>. Die 50-Prozent-Überlebensrate (gestrichelte Linie) beträgt 3,9 Jahre



(3) Überlebenswahrscheinlichkeit nach Herz-Lungen-Transplantation bei 2.136 Transplantationen weltweit<sup>2</sup>. Die 50-Prozent-Überlebensrate (gestrichelte Linie) beträgt 2,5 Jahre

Blutungen durch erhebliche Gerin-  
nungsstörungen in sich.

Die Möglichkeit des Einsatzes  
dieser künstlichen Kreislaufunter-  
stützungs- und Oxygenierungssyste-  
me führt dazu, daß die Zahl der Pati-  
enten, die dringend ein Spenderor-  
gan benötigen, zu Ungunsten der an-  
deren Patienten auf der Warteliste  
weiter ansteigt. Bei einem sich in den  
USA beispielsweise bei 1.500 Orga-  
nen pro Jahr einpendelnden Herz-  
spenderaufkommen wird dieses zu-  
nehmend zu einem ethischen Pro-  
blem der Verteilung (Allokation) der  
seltenen Spenderorgane, da zuneh-  
mend nur noch Organe für Patienten  
in einem kritischeren Stadium der  
Erkrankung zur Verfügung stehen,  
bei abnehmenden Jahreszahlen wer-  
den die Ergebnisse der Herztrans-  
plantation also global – wegen der  
Selektion von Risikopatienten –  
schlechter.

#### Organkonservierung

Während der Gesamtorganismus  
nach Herz-Kreislauf-Stillstand in  
*Normothermie* (bei 37 °C) bekannt-  
lich ohne lebensrettende Maßnah-  
men nur drei bis fünf Minuten über-  
leben kann, können die Einzelor-  
gane, etwa durch Einstellung einer  
Temperatur bis zu 5 °C, sehr viel  
länger überleben. Die reversible  
Überlebenszeit einzelner Organe  
ohne Durchblutung nennt man die  
*Ischämietoleranz*. Durch die ver-  
schiedenen Methoden der kontrollier-  
ten Kühlung des Einzelorgans im  
Gesamtorganismus, nämlich

- durch Veränderungen der Elektro-  
lytzusammensetzung in der Lösung,  
mit denen die Organe nach dem  
Stoppen der Durchblutung durch-  
spült (*perfundiert*) werden,
- durch Zuführung von Puffersyste-  
men, die die intrazellulär gebildeten  
sauren Stoffwechselprodukte  
während des Sauerstoffmangels ab-  
fangen,
- durch die Gabe von zweiwertigen  
Ionen zur Zellmembranstabilisie-  
rung,

- durch osmotische Trägersubstan-  
zen, die die Zellschwellung minimie-  
ren,
  - durch den Entzug von Calcium-  
Ionen, womit die elektromechani-  
sche Koppelung zur Kontraktion  
aufgehoben wird, sowie
  - durch Pharmaka
- kann die Ischämietoleranz theore-  
tisch für das Herz auf zehn Stunden,  
für die Leber auf 24 Stunden, für die  
Niere auf 30 Stunden (vgl. S. 76), für  
die Lunge auf sechs bis acht Stunden  
verlängert werden. In diesen Zeiten  
sind die Explantation der Organe,  
ihr Transport – auch über weite Ent-  
fernungen – und ihre Implantationen  
in den Empfängerorganismus bis zur  
Wiederdurchblutung der Organe  
durchzuführen. Bei einigen Organen  
(Niere und Leber) sind die Zeiten  
der Ischämietoleranz zum Teil so  
weit verlängert worden, daß die Im-  
plantation der Spenderorgane in das  
Tagesprogramm eingeführt werden  
konnte. Andere Organe wie Herz  
und Lunge müssen innerhalb der  
kürzeren Ischämietoleranzzeiten  
transplantiert werden und damit wie  
Notoperationen organisiert und ab-  
gewickelt werden.

#### Ergebnisse

Die Ergebnisse der Herztransplanta-  
tion haben sich seit Mitte der 80er  
Jahre – mit breiter Einführung von  
Cyclosporin A zur Immunsuppres-  
sion und Einstellung der Patienten  
auf eine medikamentöse Dreierkom-  
bination, die in der Regel wegen sei-  
ner Langzeitnebenwirkungen auf  
Cortison verzichtet – erheblich ver-  
bessert. Die 30-Tage-Sterblichkeit  
(ein Monat), also die direkten post-  
operativen Ergebnisse, zeigen in den  
letzten fünf Jahren eine gleichblei-  
bende *Letalität* von etwa zehn Pro-  
zent für die Herztransplantation.  
Nach Ablauf des ersten Monats ist  
eine zusätzliche Letalität von zehn  
Prozent in den folgenden elf Mona-  
ten zu verzeichnen, in den folgen-  
den vier Jahren eine Sterblichkeit von  
nochmals zehn Prozent. Bei Addition

von Früh- und Spätletalität ist insge-  
samt mit einer Sterblichkeit von 30  
Prozent in vier Jahren nach Herz-  
transplantationen zu rechnen. Bei  
guter Antigenübereinstimmung mit  
einem *Mismatch* von zwei bis sechs  
Antigenen zwischen Spender und  
Empfänger kann mit einer um zehn  
Prozent verbesserten Vierjahres-  
überlebenschance gerechnet werden.  
Von den überlebenden Patienten  
sind 90 Prozent vollständig be-  
schwerdefrei, und zehn Prozent zei-  
gen leichte Symptome einer Herz-  
funktionseinschränkung.

Bei der Herz-Lungen-Trans-  
plantation liegt die 30-Tage-Sterb-  
lichkeit bei etwa 30 Prozent, die Ein-  
jahresletalität bei 40 Prozent und die  
Fünfjahresüberlebenszeit bei 40 Pro-  
zent.

Die 30-Tage-Sterblichkeit für  
Einzel- und Doppellungentrans-  
plantation hat sich 1996 bei 18 Pro-  
zent eingestellt, die Einjahressterb-  
lichkeit bei 30 Prozent und die Fünf-  
jahressterblichkeit bei 50 Prozent für  
die Einzellungentransplantation. Die  
Ergebnisse für die sequentielle Dop-  
peltungentransplantation sind denen  
der Einzellungentransplantation ver-  
gleichbar. Todesursachen für alle  
Transplantationen sind mit 25 Pro-  
zent für die Herztransplantation, 35  
Prozent für die Herz-Lungen-  
Transplantation und 55 Prozent für  
die Lungentransplantation überwie-  
gend bakterielle, virale und *mykoti-  
sche* Infektionen, die auch heute  
noch bei Transplantationspatienten  
unter Immunsuppression proble-  
matisch sind.

Unsere eigenen Ergebnisse haben  
sich entsprechend der Stabilität im  
internationalen Vergleich entwickelt.  
Insgesamt hat die Herztransplanta-  
tion einen Routinestandard erreicht.  
Hinsichtlich der Lungentransplanta-  
tion sind in nur wenigen Kliniken  
stabile klinische Ergebnisse erreicht  
worden, wobei Essen und Münster  
in Nordrhein-Westfalen die einzigen  
Zentren sind, welche neben Herz-  
auch Lungentransplantationen  
durchführen.

## Summary

The report of the *International Society for Heart and Lung Transplantation* published 1997 includes a total number of 49,406 transplantations of thoracic organs worldwide up to 1996. These numbers include 40,738 heart, 2,186 heart lung, 3,939 single lung, and 2,543 double lung transplantations.

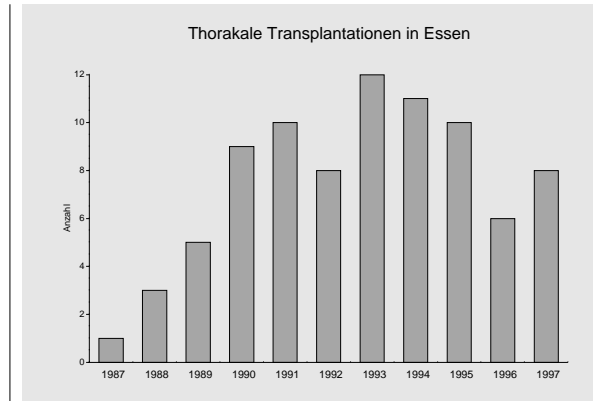
The first heart transplantation in man was performed by Christiaan Barnard in 1967, after experimental preparatory work by Shumway, Lower and many others. The first successful heart-lung transplantation was done by Reitz and Shumway in 1981, and the first lung transplantation with long term success was performed in 1983 by Cooper.

At the University of Essen Medical School we started in 1987 with our thoracic transplant program. Up to now we have performed 70 heart transplantations. In addition to that we have done two heart-lung and 15 lung transplantations, being a part of a well working transplant center at our university.

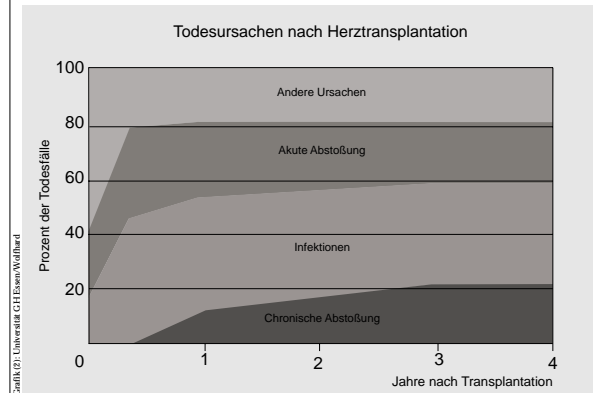
Indications for thoracic organ transplantation are functional end stage conditions of the respective organ and failure of medical treatment. For heart failure mechanical assist systems can bridge some patients to heart transplantation. Contraindications are acute infections or older patients.

Successful organ transplantation depends on sophisticated organ protection for the timespan between organ explantation and transplanta-  
tion.

Operative mortality after heart transplantation ranges about 10%, and 30% in heart-lung transplanta-  
tion. Clinical results of thoracic organ transplantation improved after introduction of cyclosporine A into the armamentarium of organ rejection prevention. Five year survival can be estimated at 60% in



(4) Im Mittel werden in Essen etwa zehn thorakale Transplantationen (Herz- bzw. Lungentransplantationen) pro Jahr durchgeführt



(5) Todesursachen nach Herztransplantation. In der Akutphase nach der Herztransplantation gehen etwa 60 Prozent der Todesursachen auf Nachblutungen, Rhythmusstörungen, akutes Transplantatversagen u. ä. zurück. Infektionen und akute Abstoßung sind jeweils zu 20 Prozent beteiligt. Vier Jahre nach der Transplantation werden die Akutabstoßungen seltener, dagegen nehmen die chronische Transplantatabstoßungen infolge von Gefäßveränderungen zu. Haupttodesursache sind Infektionen in jeder Form, die gehäuft bei Patienten unter Immunsuppression auftreten

heart transplant recipients and about 50% in lung and 40% after heart lung transplantation. Infections are the most common reasons of death in thoracic organ recipients due to immunosuppression for the whole lifetime. In the meantime heart transplantation has gained a routine procedure level.

#### Der Autor:

Jürgen Christoph Reidemeyer studierte Medizin in Freiburg, Hamburg und Paris mit Staatsexamen und Promotion 1959 in Freiburg. Nach seiner Medizinalassistentenzeit im Kreis-  
krankenhaus Herford folgte die wissenschaftliche Grundausbildung am Institut für Physiologie in Göttingen (Prof. Dr. Kurt Kramer) und in der experimentellen Chirurgie in Köln (Prof. Dr. Hans-Jürgen Bretschneider). Dort habilitierte sich Reidemeyer 1969 nach seiner Ausbildung zum Facharzt für Chirurgie an der

Chirurgischen Universitätsklinik (Prof. Dr. Georg Heberer). Danach war er von 1970 bis 1973 Oberarzt an der Klinik für Thorax- und Kardiovaskuläre Chirurgie der Universität Düsseldorf (Prof. Dr. Wolfgang Bircks). 1973 übernahm er die Abteilung für Thorax- und Kardiovaskuläre Chirurgie am Universitätsklinikum Essen. Hier baute er die Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie einschließlich der Lungen- und Herz-Lungen-Transplantation auf und etablierte die Koronarchirurgie sowie die Chirurgie der implantierbaren Defibrillatoren als neue Arbeitsgebiete. In der Forschung beschäftigte er sich mit der Entwicklung von Peltier-Kühlaggregaten und mit  $\beta$ -Rezeptoren im Myokard und an der Gefäßmuskulatur. Reide-meister ist Mitglied der klinischen Forschergruppe „Schock und Multiorganversagen“ und Gutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft bei Sonderforschungsbereichen in Göttingen und Aachen. 1979 war er Dekan der Medizinischen Fakultät und von 1995 bis 1997 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie.

#### Anmerkung:

\* Der Verfasser möchte hiermit Oberarzt Dr. Ulrich Wolfhard für seine engagierte Mitwirkung an dieser Arbeit danken.

#### Literatur:

- (1) Blum A, Aravot D (1996): Heart transplantation – an update. Clin Cardiol 19: 930-938
- (2) Hosenpud JD, Bennett LE, Keck BM, Edwards EB, Novick RJ (1997): Effect of diagnosis on survival benefit of lung transplantation for endstage lung disease. Lancet 351: 24-27
- (3) Hosenpud JD, Bennett LE, Keck BM, Fiol B, Novick RJ (1997): The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Fourteenth Official Report – 1997. J Heart Lung Transplant 16: 691-712
- (4) Johnson MR (1995): Clinical follow-up of the heart transplant recipient. Curr Opin Cardiol 10: 180-192
- (5) Knosalla C, Hummel M, Loebe M, Grauhan O, Weng Y, Hetzer R (1997): Indikationen zur Herztransplantation. Dtsch Med Wochenschr 122: 1389-1391
- (6) Knosalla C, Hummel M, Loebe M, Weng Y, Grauhan O, Müller J, Hetzer R (1997): Durchführung und postoperative Betreuung nach Herztransplantation. Dtsch Med Wochenschr 122: 1421-1423
- (7) Laufer G, Kocher A, Grabenwoger M, Berlakovich GA, Zuckermann A, Ofner P, Grimm M, Steininger R, Muhlbacher F (1997): Simultaneous heart and kidney transplantation as treatment for end-stage heart and kidney failure. Transplantation 64: 1129-1134
- (8) Meiser BM, von Scheidt W, Weis M, Bohm D, Kur F, Koglin J, Reichenspurner H, Uberfuhr P, Reichart B (1997): Herztransplantation. Herz 22: 237-252
- (9) Miller LW (1995): Candidate selection for heart transplantation. Cardiol Clin 13: 93-100

Fotos: Herzoperation im Operativen Zentrum I des Universitätsklinikums Essen

