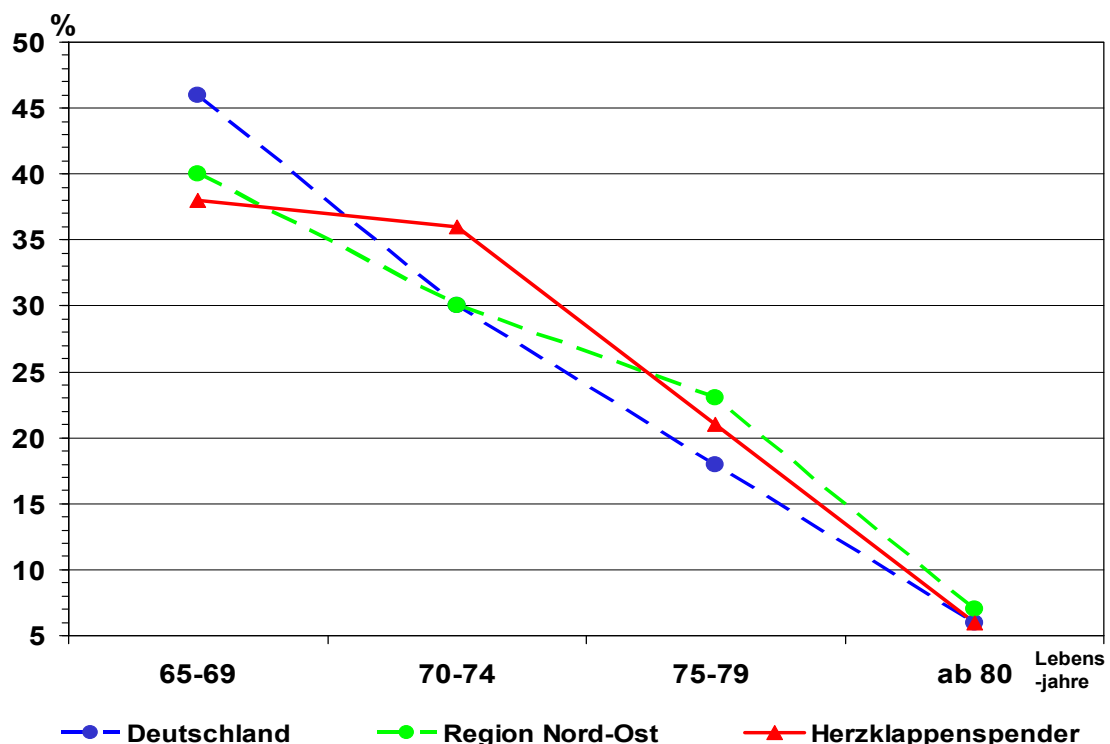


## 5. Diskussion der Ergebnisse

Die als Untersuchungsgruppe ausgewählten 100 Organspender, die zum Todeszeitpunkt 65 Jahre und älter gewesen sind und damit die Altersgrenze für eine Herzklappenspende überschritten haben, bilden mehr als die Hälfte (57%) der Gesamtgruppe gleichaltriger Organspender im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2004 in der Region Nord-Ost.

Ihr mittleres Lebensalter betrug – geschlechtsunabhängig – 71,5 Jahre (Tab.13, S.106).

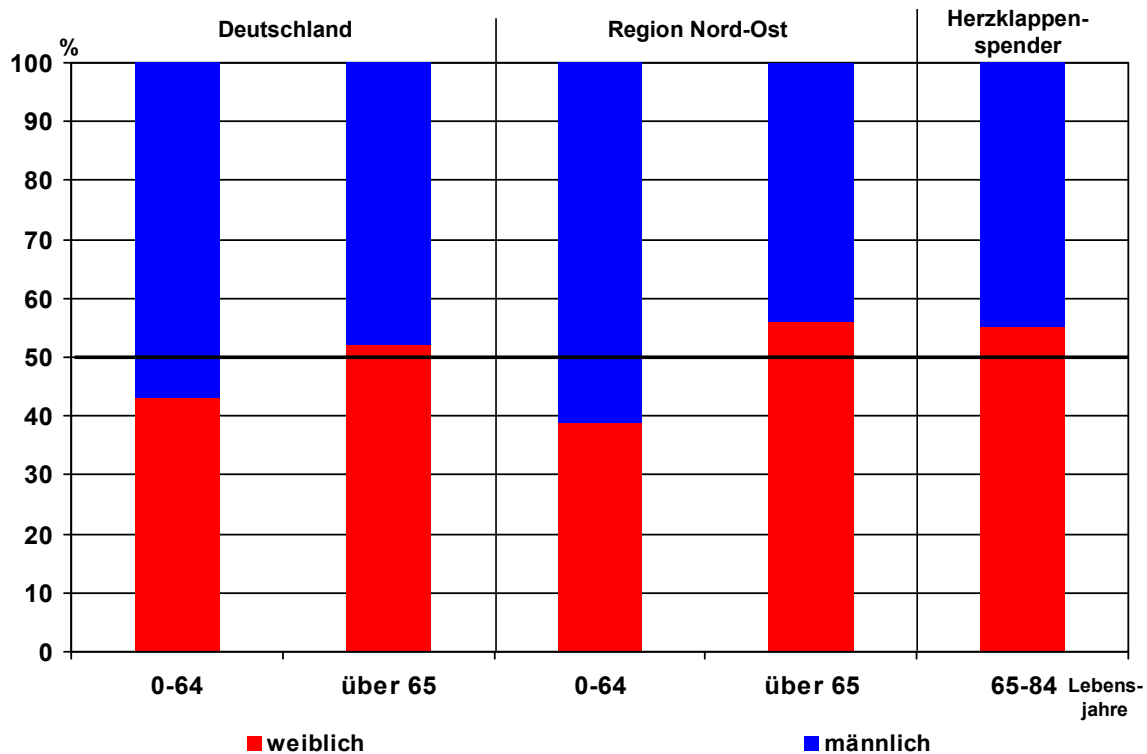


**Abb. 33: Altersverteilung der Organspender oberhalb der Altersgrenze von 65 Jahren 1999 bis 2004**

Ihre Altersverteilung entspricht nach Bildung von jeweils 5 Lebensjahre umfassende Altersklassen – Abbildung 33 – tendenziell der gleichaltriger Organspender in Deutschland und in der Region Nord-Ost im Untersuchungszeitraum. Abweichend ist allein die gleichstarke Präsenz der Altersgruppen 65-69 und 70-74 Jahre, in denen knapp drei Viertel (74%) der Untersuchten verstorben sind (Tab.14, S.106).

Im Gegensatz zu dem für die Organspende in Deutschland typischen, permanenten Überwiegen des männlichen Geschlechts, bilden sowohl in der gesamten Untersuchungs-

gruppe als auch in den einzelnen Altersklassen weibliche Spender die Mehrheit (Tab.14, S.106). Diese umgekehrte Geschlechterverteilung ist – Abbildung 34 – jedoch für Organspender, die 65 Jahre und älter sind, repräsentativ.



**Abb. 34: Geschlechterverteilung der Organspender in Abhängigkeit vom Alter 1999 bis 2004**

Dieses Ergebnis lässt sich mit der allgemein bekannten höheren Lebenserwartung von Frauen in unserer Gesellschaft erklären, die speziell bei Organspendern im höheren Lebensalter – insbesondere bei schicksalhaften Todesumständen – zum Tragen kommen muss [95]. Die Akzeptanz immer älter werdender Organspender, die auch zu einer Zunahme der Organspendezahlen in Deutschland geführt hat, spiegelt sich nicht nur in ihrem ansteigenden Durchschnittsalter, sondern auch in ihrer Geschlechterverteilung, bei der der mehrheitliche Anteil männlicher Spender in den letzten 10 Jahren von 61% auf 54% zurückging, wider [22].

Nachdem die untersuchte Gruppe von 100 Organspendern oberhalb des 65. Lebensjahres in den beiden wichtigen demoskopischen Parametern Alter und Geschlecht die Organspenderpopulation ihres Alters repräsentiert, könnte die Beantwortung der im Abschnitt 2.3 formulierten Fragen Allgemeingültigkeit besitzen.

### **5.1. Charakteristik der Untersuchungsgruppe**

Die ersten beiden in Abschnitt 2.3 formulierten Fragen charakterisieren sowohl Organspender als auch die explantierten und transplantierten Organe, die wegen ihres fortgeschrittenen Lebensalters als "marginal" gezeichnet werden.

#### **Wie lässt sich der gesundheitliche Allgemeinzustand der untersuchten Organspender jenseits des 65. Lebensjahres charakterisieren?**

Die in den Spendererfassungssystemen der DSO entsprechend der Nomenklatur der Hirntoddiagnostik dokumentierten Todesursachen informieren auch über Vor- und Begleiterkrankungen (Abs.4.1.2).

Die sekundär atraumatischen oder hypoxischen Hirnschäden, die bei Organspendern selten beobachtet werden, sind immer Folge einer akuten oder chronischen gesundheitlichen Beeinträchtigung. In der Untersuchungsgruppe waren sie allein Reanimationsfolgen nach Herzstillstand, eine Konstellation, die – altersunabhängig – bei der Mehrheit aller Organspender in Deutschland besteht, und Herz-Kreislaufkrankungen als häufigste Todesursache in unserer Gesellschaft bestätigt [62, 87, 95, 101]. Akute Luftnotsyndrome unterschiedlicher Genese wie Status asthmaticus, Ertrinkungsunfälle und Inhalationstraumen sowie Vergiftungen, unter die auch Fehler bei der Selbstmedikation fallen, werden bei Spendern dieser Altersgruppe beobachtet (Tab.55, S.116).

Bei den häufigsten, den primär atraumatischen Hirnschädigungen stehen die spontanen intrazerebralen Blutungen an erster Stelle. In der Untersuchungsgruppe ließ sich ein Zusammenhang mit einer antikoagulativen Therapie bei Herzrhythmusstörungen herstellen. Die mit einem steigenden Lebensalter eng assoziierten Hirninfarkte nehmen erwartungsgemäß zu. Eine Erklärung dafür, dass ihr Anteil aber nur ein Fünftel bis ein Viertel aller Fälle umfasst, liegt in der besonderen Schwere des Infarktgeschehens, das bei Organspendern immer unmittelbar tödlich gewesen ist (Tab.55, S.116).

Der Anteil traumatisch bedingter Hirnschäden verringert sich mit dem Alter, und gilt bei Organspendern oberhalb des 65. Lebensjahres als anamnestischer Hinweis auf ihre Rüstigkeit bzw. ihren guten Allgemeinzustand, so es sich – wie meist – um Unfälle im Haushalt und im Straßenverkehr handelt (Tab.55, S.116).

Weitere Vor- und Begleiterkrankungen, die für die Transplantatfunktion von Bedeutung sein können, lassen sich der aktuell erhobenen Anamnese, vorliegenden Medikamentenplänen und alten Krankenunterlagen entnehmen. Dennoch kann von einer vollständigen Anamneseerhebung angesichts einer infausten Prognose bei Aufnahme ins Krankenhaus nicht ausgegangen werden.

Hinzu kommt noch eine generell bestehende Diskrepanz zwischen der Schwere einzelner objektiver Leiden und ihrer subjektiven Wahrnehmung, die sich altersbedingt oft vergrößert, so dass Krankheiten unerkannt bleiben können [12, 29, 30]. So fand HAUSS (1981) bei 570, sich subjektiv gesund fühlenden Personen oberhalb des 60. Lebensjahres nach eingehender ärztlicher Untersuchung mehrere (maximal vier) Krankheiten in 85% der Fälle. Am häufigsten wurden Erkrankungen des Herzens diagnostiziert, gefolgt von denen des Stütz- und Bewegungsapparates sowie der Atmungsorgane. Ein Diabetes mellitus bestand bei einem Drittel von ihnen. Nur 3% der Untersuchten sind tatsächlich medizinisch gesund gewesen [45]. Deshalb muss bei Organspendern mit leerer Anamnese – speziell im höheren Lebensalter – auch mit der Existenz von Vor- und Begleiterkrankungen, die nicht unmittelbar zum Tod geführt haben müssen, gerechnet werden.

Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, die in jedem Lebensalter auftreten können, nehmen im Alter – einzeln und kombiniert – an Häufigkeit zu. Dafür ist der Begriff "Polypathie des Herzens" geprägt worden, der die Arteriosklerose der großen und kleinen (intramuralen) Koronararterien, die linksventrikuläre Hypertrophie mit Myokarddegenerationen sowie Veränderungen vor allem an Mitral- und Aortenklappen umfasst [4, 12, 29, 107]. Davon waren auch zwei Drittel der untersuchten Organ- bzw. Herzklappenspender betroffen. In der Hälfte der Fälle ist ein arterieller Hypertonus in den Unterlagen dokumentiert gewesen – bei Männern häufiger als bei Frauen. Dies entspricht Untersuchungen, denen zu Folge vor allem der systolische Blutdruck nach dem 5. Lebensjahrzehnt stetig ansteigt und bis zu 50% der über 60-jährigen Menschen an einem manifesten Hypertonus leiden. Auch das Überwiegen des männlichen Geschlechts unter den Hypertonikern ist in Studien belegt, wobei die Altersprogression beim weiblichen Geschlecht sprunghafter verläuft [4, 29, 107]. Verglichen mit allen gleichaltrigen deutschen Organspendern ist die Hypertonusinzidenz in der Untersuchungsgruppe fast um das Doppelte höher. Dennoch scheint sie realistisch, da die ausgewerteten Angaben aus dem TIS nicht obligat sind (Tab.56, S.116).

Die zweithäufigste beobachtete kardiale Vorerkrankung sind Herzrhythmusstörungen, vor allem absolute Arrhythmien, die die Folge myokardialer Durchblutungsstörungen sind. Ihr Auftreten zeigt ebenfalls eine Altersprogression, deren Beginn in der Literatur einheitlich in der 6. Lebensdekade beschrieben wird und die im hohen Senium bei annähernd allen Untersuchten nachweisbar sind. Das Vorhofflimmern (mit absoluter Arrhythmie) hat im Alter eine hohe Manifestationsrate und steht – ebenso wie AV-Blockbilder – nicht im Widerspruch zur Langlebigkeit. Die Notwendigkeit einer therapeutischen Intervention ergibt sich aus dem Grad zerebraler Durchblutungs- und Orthostasestörungen [4, 12, 29, 30, 107]. Die Häufung von tödlichen Hirnblutungen bei den antikoagulativ behandelten Spendern legt einen kausalen Zusammenhang zwischen beidem nahe, zumal eine adäquate Therapie mit Antikoagulanzen beim Patienten ein hohes Maß an Compliance und Krankheitseinsicht voraussetzt.

Erst an dritter Stelle steht die für die Alterspolyopathie des Herzens typische koronare Herzkrankung, die – bei Männern häufiger als bei Frauen – entweder anamnestisch durch einen Herzinfarkt oder pectanginöse Beschwerden imponieren kann. Ihre Manifestationsrate in der Untersuchungsgruppe entspricht dem in der Framingham-Studie registrierten Auftreten von Angina pectoris und Herzinfarkt bei Menschen ab dem 75. Lebensjahr. Die in der Literatur beschriebene hohe Frühletalität des Herzinfarktes im höheren Lebensalter von bis zu 61% trat bei den untersuchten Spendern, unter denen nur zwei durch die Lyse-therapie an einer atraumatisch tödlichen Hirnblutung starben, nicht auf. Da die Arteriosklerose auch die intramuralen Herzgefäße betrifft, müssen zusätzlich die klinischen Symptome einer Herzmuskelinsuffizienz sowie Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen als Folge einer kardialen Minderperfusion angesehen werden [4, 29, 30, 62, 101, 107]. Danach litten insgesamt 40% der Untersuchten an Symptomen einer kardialen Durchblutungsstörung (Tab.17, S.107).

Bei der Hälfte der Herzklappenspender mit arteriellem Hypertonus ist zusätzlich eine koronare Herzerkrankung bzw. eine Herzrhythmusstörung bekannt gewesen. Dies belegt den bekannt engen Zusammenhang zwischen Alter und arteriellem Hypertonus, der sowohl altersphysiologische, wie die Abnahme der Gefäßelastizität als auch pathologische Ursachen, wie den stenosierenden arteriosklerotischen Gefäßwandumbau haben kann.

Bei einem Drittel der Spender – mehrheitlich Frauen – sind keine Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems dokumentiert gewesen.

Bei 14 Organspendern der Untersuchungsgruppe ist – geschlechtsunabhängig – ein Diabetes Typ II bekannt und behandelt gewesen.

Auf Grund einer Routinebestimmung des HbA<sub>1c</sub> vor Explantation fiel eine zweite, etwa gleichgroße und ebenfalls geschlechtsunabhängige Population von Spendern mit einer mäßigen HbA<sub>1c</sub>-Erhöhung (14%) auf, deren Diabetes nicht bekannt gewesen ist. Somit kann vermutet werden, dass mehr als ein Viertel der untersuchten Herzklappenspender Diabetiker waren. Nach Abklärung möglicher Organschäden, die von der Erkrankungsdauer abhängen können, ist durch Zusatzdiagnostik eine erfolgreiche Transplantation möglich. Den anamnestisch bekannten Diabetikern der Untersuchungsgruppe ist neben einer adäquaten ärztlichen Betreuung eine hohe Disziplin bei der Einhaltung der Therapie auf Grund der HbA<sub>1c</sub>-Werte zu attestieren.

Auch HAUSS entdeckte bei einem Drittel sich gesund fühlender Senioren einen Diabetes, dessen Inzidenz beim männlichen Geschlecht 40% und beim weiblichen 30% betrug [45].

Nach einer Analyse aller Organspender des gleichen Untersuchungszeitraumes aus Berlin und Brandenburg ist nur bei 10% von ihnen ein Diabetes mellitus in den Unterlagen dokumentiert gewesen. Durch die Routinebestimmung des HbA<sub>1c</sub> zur Explantation in dieser Subregion muss bei zusätzlich 10% eine diabetische Stoffwechsellage angenommen werden. Für die Organspender oberhalb des 65. Lebensjahres erhöht sich jedoch der Anteil der bekannten und der unerkannten Diabetiker, so dass insgesamt sogar bei mehr als einem Drittel in dieser Spenderaltersgruppe eine diabetogene Organ-, speziell Nierenschädigung vorliegen könnte (Tab.57, S.117).

Dagegen soll die Diabetesmanifestation bei Organspendern ab dem 65. Lebensjahr in Deutschland – mit Vorbehalt – bei 10% liegen (Tab.56, S.116).

Eine Gruppe von Erkrankungen mit wachsender Inzidenz im Alter und hoher Mortalität sind maligne Neubildungen menschlichen Gewebes [62, 87, 95, 101]. Da sie eine wichtige Kontraindikation zur Organspende darstellen, ist eine positive Auslese zu erwarten, nach der Malignome beim Spender nur als Erst- bzw. Zufallsbefunde auftreten sollten. So ist 2004 in Deutschland insgesamt bei 14 Organspendern (1,3%) der Abbruch der Explantation auf

Grund von Malignomen im TIS dokumentiert worden. Obwohl nur die Hälfte von ihnen das 65. Lebensjahr erreicht bzw. überschritten hatte, vervierfachte sich die Malignominzidenz auf 3% bei Spendern dieser Altersgruppe (Tab.58, S.117).

Ebenso sind in der Untersuchungsgruppe bei zwei weiblichen und einem männlichen Organspender Nierenzellkarzinome, die eine altersabhängige Manifestation aufweisen, bei der Explantation diagnostiziert worden. Andere Ergebnisse und Erfahrungen aus Sektionsstudien und Krankheitsstatistiken, die z. B. eine alterstypisch hohe Malignominzidenz in den Atmungsorganen und eine Geschlechterverteilung zu Ungunsten des männlichen Geschlechts belegen, lassen sich durch die Kontraindikation von Neoplasien in der Organspende nicht nachweisen [62, 87, 95, 101].

Beim zivilisationsbedingten Noxenkonsum, der einen unterschiedlich hohen Einfluss auf Morbidität und Mortalität hat, spielt der Drogenkonsum im engeren Sinne sowohl in der Untersuchungsgruppe als auch bei Organspendern dieses Alters keine Rolle.

Über die Rauchgewohnheiten von Organspendern gibt es keine verlässlichen bzw. vollständigen Aussagen, da sie weder für die intensivmedizinische Behandlung von Bedeutung sind, noch im Hinblick auf eine Organspende (nach)erhoben werden. Darüber, dass der weitverbreitete, tendenziell bei Männern sinkende und bei Frauen steigende Nikotinkonsum einen negativen Einfluss auf die Lebenserwartung hat, gibt es keine kontroversen Auffassungen [55, 101].

Nach dem Alkoholkonsum wird dagegen anamnestisch gefragt, so dass er bei fünf untersuchten Herzklappenspendern bekannt war. Diese niedrige Inzidenz scheint für Organspender dieser Altersgruppe typisch zu sein (Tab.59, S.117).

Ein nicht detailliert beschriebener Medikamentenmissbrauch, der im Alter für Schmerz-, Schlaf- und die Stimmung beeinflussende Medikamente bekannt ist, wurde im TIS nur bei fünf Spendern dokumentiert. In der Untersuchungsgruppe fand sich dafür kein Anhalt.

Obwohl Virusinfektionen in jedem Alter möglich sind, verringern sich ihre prädisponierenden Infektionsfaktoren auf Grund des Lebensalters.

Bei den untersuchten Herzklappenspendern sind keine der obligaten und für die Organallokation bedeutsamen Viruserkrankungen diagnostiziert worden. Eine für die untersuchte Altersgruppe typische Befundkonstellation eines isoliert positiven anti-HBcore ist auch bei

vier Spendern aufgetreten und zwang zu einer erweiterten Diagnostik mit direktem Hepatitis B-Virusnachweis, um eine persistierende Infektion mit Virusreplikation ausschließen zu können.

Knapp die Hälfte der untersuchten Organspender ist übergewichtig und 10% von ihnen adipös. Unter den Normalgewichtigen war das weibliche Geschlecht mehrheitlich vertreten. Damit gewinnt das Übergewicht, ein Risiko- oder prädisponierender Faktor für zahlreiche gesundheitliche Beeinträchtigungen – ähnlich wie in den USA – auch in Deutschland und Europa an Bedeutung, wobei sich dieser Trend derzeit im Kindes- und Jugendalter am ausgeprägtesten manifestiert [101].

Über den gesundheitlichen Allgemeinzustand von Organspendern jenseits des 65. Lebensjahres lässt sich Folgendes zusammenfassen:

- Die mit dem Tod unmittelbar verbundenen Vor- und Begleiterkrankungen verringern sich in der Vielfalt der Kausalzusammenhänge, so dass überwiegend eine kardial bedingte Herz-Kreislaufinsuffizienz (Reanimation) zum hypoxischen Hirnschaden führte.
- Mit einem arteriellen Hypertonus, der zwar keine Kontraindikation zur Organspende bildet, wohl aber die Organfunktion von Herz und Nieren beeinträchtigen kann, muss mindestens bei der Hälfte der Spender gerechnet werden. Er kann als eine Ursache für die am häufigsten beobachteten spontanen intrazerebralen Blutungen angesehen werden.
- Die Arteriosklerose, deren Symptome Myokardinfarkt, Angina pectoris, Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen sein können, ist bei 40% der Untersuchten entweder bekannt gewesen oder bei der Organdiagnostik erkannt worden.
- Bei einem Drittel der Untersuchten waren keine kardialen Erkrankungen dokumentiert, wodurch auch in dieser Altersgruppe eine Herzspende – nach komplexer Organdiagnostik – in Einzelfällen möglich ist.
- Eine diabetische Stoffwechselsituation liegt bei mindestens einem Viertel der Spender vor, wodurch für eine Routine-HbA<sub>1c</sub>-Bestimmung plädiert werden muss und ggf. eine differenzierte Organdiagnostik zur erfolgreichen Organtransplantation notwendig werden kann.
- Der Hälfte der Organspender ist übergewichtig gewesen.



- Trotz positiver Auslese durch das Ausschlusskriterium einer vorbestehenden Malignomkrankung für Organspender ist mit einer deutlich erhöhten Inzidenz in dieser Altersgruppe zu rechnen, die auf Grund der Spenderdiagnostik hauptsächlich Nieremalignome betrifft.
- Obwohl Virusinfektionen keine altersbedingte Progression in der Untersuchungsgruppe zeigen, zwingen stattgehabte bzw. ausgeheilte Hepatitis B-Infektionen wegen eines isoliert positiven anti-HBcore zur erweiterten Diagnostik .

### **Welche Besonderheiten kennzeichnen die Entnahme und Transplantation von Organen dieser Altersgruppe?**

Die Organspende oberhalb des 65. Lebensjahres, bei der in der Regel die Entnahme und Transplantation von Leber und Nieren an ausgewählte Empfänger erfolgreich praktiziert wird, ist Routine geworden.

Bei den Nieren gibt es dafür bei ET ein spezielles Allokationsverfahren (ESP), dessen Hauptallokationskriterium ein vergleichbares Lebensalter von Spender und Empfänger ist.

Bei der Lebertransplantation sind bis 2004 in den meisten Zentren Patienten mit speziellen Indikationen (z. B. Leberzellkarzinom) bevorzugt ausgewählt worden, wodurch sich im Untersuchungszeitraum die Akzeptanz von Lebern dieses Alters in der Untersuchungsgruppe verdoppelt hat (Abb.9, S.33). Seit 2005 gibt es bei ET auch für die Allokation marginaler Lebern, deren Kriterien auch das Spenderalter einbeziehen, dem ESP entsprechende Allokationsrichtlinien.

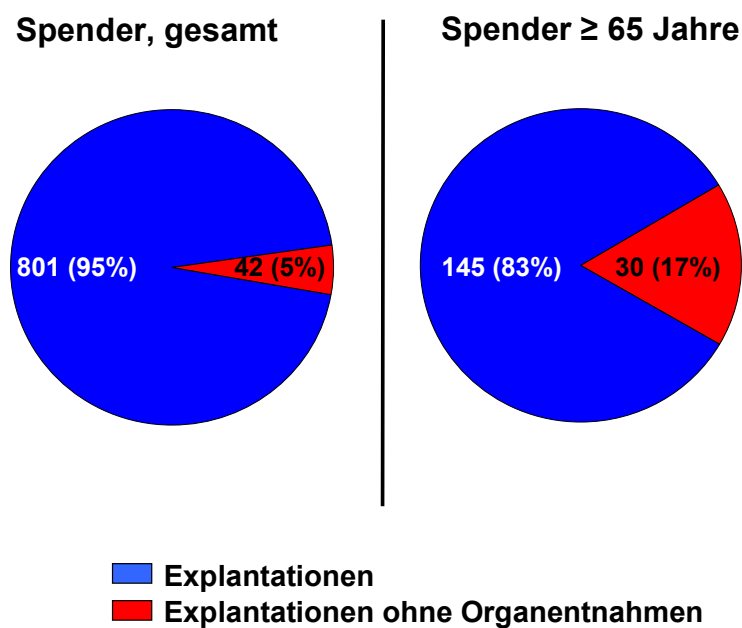
Die Hälfte der untersuchten Spender waren Mehrorganspender, bei denen Leber und Nieren entnommen und transplantiert wurden. Bei einer 65-jährigen Frau ist außerdem noch die Lunge zur Transplantation akzeptiert worden. Sogar das Herz einer 66-jährigen Organspenderin war zunächst für eine Organtransplantation vorgesehen gewesen und ist nur wegen akuter gesundheitlicher Probleme beim potenziellen Empfänger nicht transplantiert und dadurch in die Studie aufgenommen worden.

Als Voraussetzung für die erfolgreiche Transplantation thorakaler Organe dieses Alters ist eine umfangreiche Organdiagnostik zur Charakteristik ihrer exzellenten Funktion unerlässlich.

Das Gleiche gilt für Spender mit Vor- und Begleiterkrankungen, die im höheren Lebensalter verstärkt auftreten können.

Trotz diabetischer Stoffwechselsituation, zu deren sicherer Erkennung bei allen Organ Spendern eine Routine-HbA<sub>1c</sub>-Bestimmung wichtig wäre, sind – in diesem Alter – die Nieren dann transplantabel, wenn sich keine gravierenden diabetogenen Nierenparenchymveränderungen histopathologisch nachweisen lassen, was bei einigen Spendern gelang.

Alte, ausgeheilte Hepatitis B-Infektionen, die durch ein isoliert positives anti-HBcore imponieren, und die vielen älteren Menschen nicht erinnerlich sind, können durch eine PCR-Bestimmung als solche gesichert werden, wodurch das Infektionsrisiko bei einer Organ- und Gewebetransplantation minimiert werden kann.



**Abb. 35: Anteil vergeblicher Explantationen in der Region Nord-Ost 1999 bis 2004**

Angesichts des hohen Lebensalters ist das Risiko einer Tumortransmission besonders zu beachten. Deshalb gilt das besondere Interesse allen Operationsnarben. Bei der bildgebenden Diagnostik muss auch auf die Existenz von Tumoren und Metastasen geachtet werden. Die Explantation verlangt eine sorgfältige Inspektion des Situs bzw. suspekter Be-

funde, deren histopathologische Schnellschnittuntersuchung einen Tumorverdacht verifizieren bzw. falsifizieren muss.

Typisch für die Organspende in dieser Altersgruppe ist auch der Anteil an vergeblichen Explantationen, bei denen keine transplantablen Organe entnommen werden konnten. Wie Abbildung 35 zeigt, verdreifacht sich ihr Anteil bei Spendern jenseits des 65. Lebensjahres gegenüber der Gesamtspenderpopulation in der DSO-Region Nord-Ost. Die Gründe, deretwegen bei 11 untersuchten Spendern keine Organe entnommen wurden, waren mehrheitlich altersbedingte, wie eine ausgeprägte Arteriosklerose von Aorta und Nierenarterien, durch die keine Gefäßanastomosen möglich gewesen wären, narbige Parenchymveränderungen und Nierenzellkarzinome.

Über die Besonderheiten, die die Organspende in dieser Altersgruppe kennzeichnen, lässt sich Folgendes zusammenfassen:

- Die Organspende bei dieser Altersgruppe, die in der Hälfte der Fälle eine Mehrorganentnahme sein kann, bedeutet die Entnahme von Leber und Nieren für ausgewählte Patienten. Auch die Transplantation thorakaler Organe ist in Einzelfällen möglich.
- Vor- und Begleiterkrankungen, die bei Spendern in diesem Lebensalter bekannt sind oder vermutet werden, verlangen nach einer optimalen Diagnostik (pathologische Schnellschnitt-, virologische Spezialdiagnostik, Koronarangiographie), deren Durchführbarkeit "rund um die Uhr" gesichert sein muss.
- Der Anteil vergeblicher Explantationen (ohne Entnahme transplantabler Organe) ist mit mindestens 10% deutlich erhöht.

## **5.2. Charakteristik der Herzen**

Zur Beschreibung der Herzen standen metrische Daten wie das absolute und relative Herzgewicht, die Ventrikelwandstärken sowie ihre histopathologische Begutachtung und die lichtmikroskopische Messung der Myozytendurchmesser zur Verfügung.

### **Welche Befunde lassen sich an den Herzen – an Myokard, Endokard und Koronararterien – von Spendern dieser Altersgruppe erheben?**

Übereinstimmend wird in der Literatur eine altersabhängige Zunahme des absoluten Herzgewichts postuliert, die während der menschlichen Wachstumsphase am größten ist, und die im Alter, dessen Grenze zwischen der vollendeten 6. bzw. 7. Lebensdekade verläuft, wieder abnimmt. Das Gleiche gilt für ein auf die Körpermasse (Körpergröße, -oberfläche, BMI) bezogenes, relatives Herzgewicht, deren Verhältnis zueinander konstant bleibt. Erst im Alter erscheint das Herz als "relativ" schwer. Diese Beurteilung der Hypertrophie wird in der Literatur wegen eines altersbedingten Konstitutionswandels favorisiert, nach dem sich die Herzmasse der altersbedingt abnehmenden körperlichen Aktivität anpasst, die wieder zu einem Muskulatur- und damit Gewichtsverlust führt. Ebenso folgen die Ventrikelwandstärke und die Herzmuskelzellengröße diesem Alterstrend. Unabhängig davon sind männliche Herzen - soweit geschlechtsspezifisch analysiert – schwerer als die weiblichen, obwohl der absolute Gewichtszuwachs im Leben beim weiblichen Geschlecht am größten ist [29, 42, 56, 62, 65, 107].

Sowohl das absolute als auch das relative Herzgewicht charakterisieren 80% der untersuchten Spenderherzen als hypertrophiert. Herzen, die nach ihrer absoluten und relativen Masse als nicht hypertrophiert zu bezeichnen sind, stammen ausschließlich von weiblichen Spendern. Das aus der Literatur bekannte gewichtsreduzierte Altersherz von unter 200g, dessen Gewicht mit Hunger, Kachexie oder endokrinen Erkrankungen erklärt wird, fand sich in der Untersuchungsgruppe nicht (Abb.10, S.36 und Abb.11, S.37). Damit entsprechen sie Untersuchungsergebnissen an hochbetagten Menschen, die – zumindest in unserer Gesellschaft – auf eine für das Alter typische Herzmuskelhypertrophie hinweisen [42, 56, 62]. Aber auch eine positive Selektion, nach der typisch konsumierende Erkrankungen, wie Neoplasien, Kontraindikationen zur Organspende bilden, könnte dieses Ergebnis erklären.

Dagegen zeigt die Analyse der Ventrikelwandstärken, die eine Differenzierung zwischen globaler, Links- oder Rechtsherzhypertrophie erlaubt, dass – geschlechtsunabhängig – die Mehrheit der Herzen als nicht hypertrophiert zu bezeichnen ist. Lag jedoch eine Wandverdickung vor, manifestierte sie sich überwiegend linksventrikulär. Eine isolierte Rechtsherz- oder eine globale Hypertrophie bestand nur bei einigen Herzen (Abb.12, S.38). Die beim

absoluten und relativen Herzgewicht auffällige Hypertrophie der Spenderherzen manifestiert sich nicht an den Kammerwandstärken (Tab.33, S.110).

Durch die histopathologische Befundung des Hypertrophiegrades, in die sowohl die Myozytengröße als auch ihre Größenunterschiede oder Kaliberschwankungen, die die Einheitlichkeit des Zellbildes bestimmen, eingegangen sind, ist das Myokard des linken Ventrikels mehrheitlich als mittel bis stark hypertrophiert eingestuft worden. Diese linksventrikuläre Hypertrophie bestand beim männlichen Geschlecht häufiger als beim weiblichen.

Die Myozytengröße in beiden Ventrikeln ist an 24 Spenderherzen gemessen worden, die bzgl. ihres absoluten Herzgewichtes verschiedene Hypertrophiegrade repräsentieren. Ihre mittlere Zellgröße ist in beiden Ventrikeln hypertrophiert und ca. 2-6µm größer als aus altersabhängigen Studien bekannt [65]. Selbst die mittlere Größenabnahme der Myozyten um 1µm zwischen dem 7. und 8. Dezennium ist in der Untersuchungsgruppe nur rechtsventrikulär nachweisbar (Tab.39, S.112).

Bei der Analyse, in die sowohl der mittlere Zelldurchmesser als auch seine Streuung als Maß für die Kaliberschwankungen eingingen, stiegen die mittleren Zelldurchmesser mit dem Hypertrophiegrad an. Dieser Anstieg trat in beiden Ventrikeln auf, wobei die Zellen des linken Myokards größer waren als die des rechten (Abb.15, S.42). Für beide Geschlechter wurden – ventrikelnunabhängig – steigende Myozytengrößen gemessen, die bei den männlichen Spenderherzen – bis auf die geringgradige Hypertrophie – größer waren als die der weiblichen (Abb.16, S.43). Die Zellgrößenunterschiede als Maß für die myokardiale Hypertrophie ließen sich nur an den Messergebnissen des linken Ventrikels nachweisen (Abb.17, S.44).

Der bei 52 untersuchten Herzklappenspendern bekannte arterielle Hypertonus manifestiert sich im absoluten Herzgewicht, dessen Anteil stark hypertrophierter Herzen knapp ein Fünftel (18%) höher ist als in der Gesamtgruppe. Auch bei der Bestimmung der mittleren Zelldurchmesser repräsentierten allein Spender mit Hypertonus die starke und ausgeprägte Hypertrophiekategorie. Dagegen unterscheidet sich das linksventrikuläre Zellbild (Hypertrophiegrad und Myozytengrößenunterschiede) der Hypertonikergruppe – wider Erwarten – nicht von dem der Gesamtgruppe. Die Differenzen beim relativen Herzgewicht zwischen beiden Gruppen können von der altersbedingt zur Herzmasse verschobenen Ratio überdeckt sein (Tab.38, S.112 und Tab.60, S.118). Denkbar wäre aber auch, dass bei anderen

Spendern der Untersuchungsgruppe ein entweder zu Lebzeiten nicht erkannter oder auf Grund der infausten Prognose anamnestisch nicht erhobener Hypertonus vorliegen könnte (Tab.56, S.116).

Bei drei Viertel der untersuchten Spenderherzen ergaben die histologischen Befunde arteriosklerotische Veränderungen an den großen und kleinen Koronararterien.

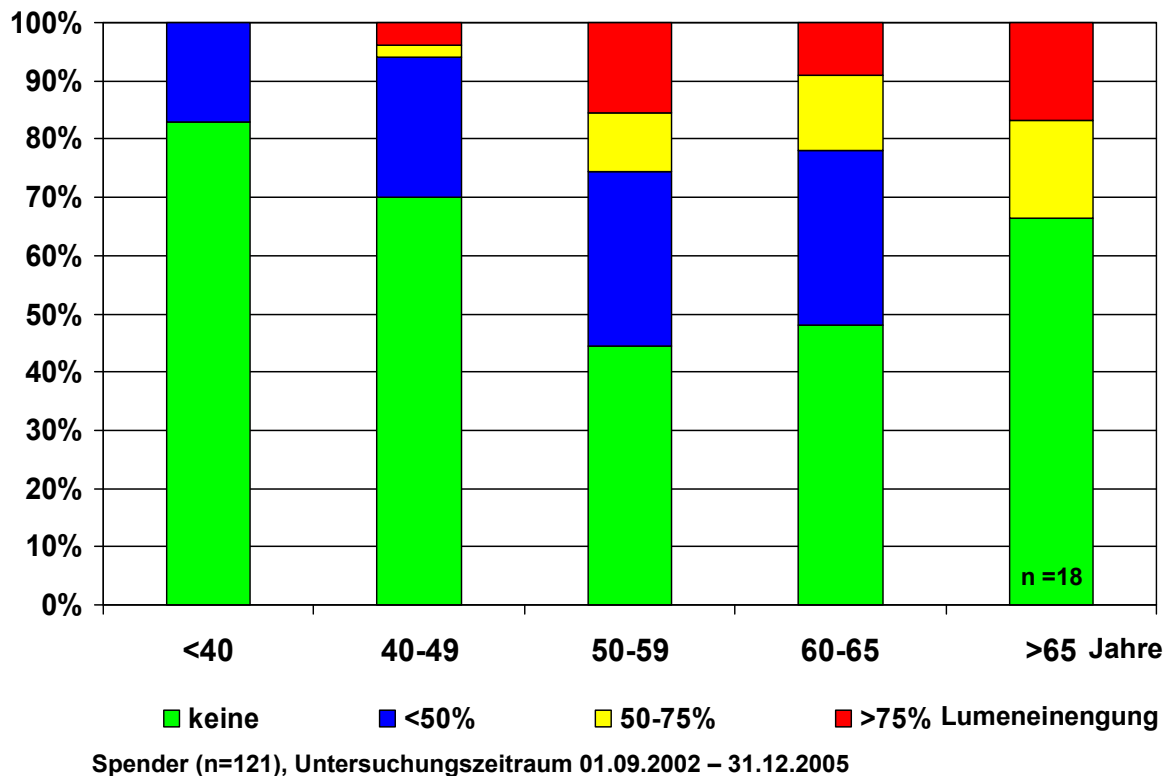
In den Herzkranzarterien fand sich mehrheitlich eine die Herzfunktion beeinträchtigende mittlere und starke Koronararteriosklerose mit einer Gefäßlumeneinengung von mindestens 50%. Dieses Ergebnis verändert sich mit der weiteren Zunahme des Lebensalters jedoch nicht mehr gravierend. Für beide Geschlechter getrennt analysiert, ist der Anteil von Spendern mit gering stenosierender Koronarsklerose bei den Frauen mehr als doppelt so groß wie bei den Männern (Abb. 18, S. 46).

Bei den 16 Spenderherzen mit anamnestisch bekannter koronarer Herzkrankheit, von denen 9 einen Myokardinfarkt erlitten hatten, wies die Koronarsklerose – häufiger als in der Gesamtgruppe – einen mittleren bis starken Stenosegrad auf. Bei einem stattgehabten Myokardinfarkt ist ihr Anteil jedoch nicht höher als beim alleinigen Auftreten von Stenokardien (Tab.61, S.118).

Zwei im Jahre 2002 verstorbene, 69-jährige Frauen ohne kardiale Anamnese und ohne stenosierende Koronarsklerose, die für alle Koronarien durch Angiographie hätte belegt werden müssen, wären möglicherweise als Herzspenderinnen zur Organtransplantation geeignet gewesen. Ihre schicksalhaft tödlich verlaufene spontane Hirnblutung legt den Verdacht einer Physisiosklerose oder dilatativen Arteriosklerose nahe, die als ein Kriterium der Langlebigkeit gilt [4, 29, 30]. Außerdem entspricht ihr Anteil von 2% in der Untersuchungsgruppe dem erfolgreicher Herzspenden in Deutschland und in der Organspenderegion Nord-Ost in dieser Altersgruppe (Tab.1, S.103).

Eine Auswertung von Routine-Angiographien bei potenziellen Herzspendern der Region Nord-Ost ab dem 40. Lebensjahr – in Abbildung 36 dargestellt – spricht für eine positive Auslese bei den Herzspendern oberhalb des 65. Lebensjahres, bei denen nach einer umfassenden Herzfunktionsdiagnostik mit unauffälligem Labor, EKG, Echokardiographie und invasivem hämodynamischen Monitoring eine nicht stenosierende bzw. dilatative Physisiosklerose in der Koronarangiographie imponiert [38, 39].

Selbst unter den Spendern mit gering stenosierender Koronararteriosklerose hätten sich potenzielle Herzspender befinden können, wenn es sich um eine isolierte und mittels Stenteinlage oder Bypassoperation behandelbare Gefäßverengung gehandelt hätte.



**Abb. 36: Inzidenz der stenosierenden Koronarsklerose im Spenderpool der DSO-Organ Spenderegion Nord-Ost**

Typisch für das älter werdende Herz sind Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen, deren Auftrittshäufigkeit nach der 6. Lebensdekade sprunghaft zunimmt. Extrasystolen, die in jedem Lebensalter auftreten können, sind bei allen Senioren ableitbar. Vorhofflimmern, ektope Arrhythmien, Reizüberleitungsstörungen und Schenkelblockbilder haben zwar unbestritten kardioischämische Ursachen, therapeutische Konsequenzen ergeben sich allein aus einem verminderten Herzzeitvolumen mit konsekutiven zerebralen Durchblutungsstörungen [4, 12, 29, 30, 107].

Bei knapp einem Viertel der untersuchten Herzklappenspender sind Herzrhythmusstörungen – überwiegend Arrhythmien bei Vorhofflimmern – bekannt gewesen. Die überwiegende Mehrheit von ihnen (92%) hatte eine Koronarsklerose mit mindestens 50%-er

Lumeneinengung, die damit knapp ein Fünftel (18%) über ihrem Anteil in der gesamten Untersuchungsgruppe liegt (Tab.61, S.118).

Die Arteriosklerose im Myokard, die sich in einer Gefäßwandverdickung mit oder ohne Lumeneinengung manifestiert, wird in der Literatur als das Äquivalent für eine koronare Herzerkrankung angesehen, deren Funktionseinschränkungen am Herzen – alterstypisch - anfangs symptomarm verlaufen und dann zu einer rasanten, häufig irreversiblen Dekompensation führen [107].

Eine Sklerose der intramuralen Herzgefäße mit Gefäßwandverdickung ist in drei Viertel der untersuchten Spenderherzen manifest gewesen. Nahezu identische ist ihr Auftreten in den Spendergruppen, deren Anamnese die Existenz von Herzrhythmusstörungen, einer koronaren Herzerkrankung und eines Myokardinfarktes belegt. Der Nachweis von Gefäßstenosen bei diesen Patientengruppen variiert dagegen, wobei diese Lumeneinengungen (nur) nicht in den untersuchten Schnitt(eben)en nachweisbar gewesen sind (Tab.62, S.118).

Hypoxische Myokardschäden unterschiedlicher Formen sind in den Spenderherzen nachweisbar, wobei das Myokard des linken Ventrikels häufiger betroffen ist als das des rechten. Es existieren die potenziell reversible ischämische Lipomatose und die irreversiblen Formen der Myokardnekrose, der Myokardnarbe sowie der interstitiellen und perivaskulären Herzmuskelfibrose z.T. parallel.

Die Manifestation der perivaskulären und interstitiellen Herzmuskelfibrose, die die Organisation von Mikronarben einschließt, ist in den untersuchten Spenderherzen mehrheitlich als gering ausgeprägt beschrieben worden. Eine starke Fibrose wurde nur in Einzelfällen beobachtet. Geschlechtsspezifisch ist das Myokard weiblicher Herzen häufiger als gering fibrosiert eingestuft, als das männlicher Spender.

Die Myokardfibrose wird in der Literatur als Folge der altersabhängigen Arteriosklerose der intramuralen Herzgefäße angesehen. Die Grenze zwischen physiologischen Altersveränderungen und pathologischen Befunden bilden ihre schweren Ausprägungsgrade, die durch Herabsetzen der Kontraktilität des Herzens eine Myokardinsuffizienz hervorrufen und damit die körperliche Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Die Folge sind für das hohe Lebensalter typisch verlaufende Myokardinfarkte, die in bis zu 70% der Fälle nach unspezifischen Symptomen eine hohe Letalität zeigen. Histopathologisch lassen sich bei diesen Patienten keine adäquaten Koronarstenosen, die eine Angina pectoris-Symptomatik be-



dingen könnten, nachweisen, dafür aber imponieren Schwielen, Narben, Aneurysmen sowie mikro- und makroskopisch Nekrosen, deren Ruptur den plötzlichen und irreversiblen Herztod verursachen [4, 30, 62, 107].

Die für das hohe Lebensalter typischen und mit ihm offensichtlich zu vereinbarenden Herzrhythmusstörungen vielfältiger Genese und unterschiedlichen Ursprungs können in hypoxisch veränderten Myokardarealen entstehen [4, 12, 29, 62, 64, 107].

In der Untersuchungsgruppe zeigen die Ausprägungsgrade der interstitiellen Myokardfibrose (im linken Ventrikel) ein ähnliches Verteilungsmuster wie in den Spendergruppen, bei denen zusätzlich eine koronare Herzerkrankung mit bzw. ohne Infarkt oder Herzrhythmusstörungen anamnestisch bekannt gewesen sind: Mehrheitlich ist zwar immer ein geringer Fibrosegrad nachweisbar gewesen, allein bei den Spendern mit einer starken Myokardfibrose hat sich die Inzidenz eines Myokardinfarktes verdoppelt. Herzrhythmusstörungen, die den stärksten Zusammenhang zur kardialen Ischämie in der Untersuchungsgruppe zeigen, entwickeln sich in einem derart veränderten Myokard, sind aber offensichtlich in ihrer Art und ihrem Ausmaß nicht vom Ausprägungsgrad der morphologischen Gewebeveränderungen abhängig (Tab.61+63, S.118-119).

Über die Befunde, die an den Spenderherzen dieser Altersgruppe erhoben worden sind, lässt sich Folgendes zusammenfassen:

- Entsprechend dem absoluten und relativen Herzgewicht sind die Herzen in der Untersuchungsgruppe mehrheitlich hypertrophiert, wovon das männliche Geschlecht stärker betroffen ist als das weibliche. Diese Hypertrophie ist eine linksventrikuläre, wie die Ventrikelwandstärken, die Charakteristik des lichtmikroskopischen Muskelzellbildes und die Messung der Myozytengröße belegen. Als Folge eines arteriellen Hypertonus, der bei der Hälfte der Spender dokumentiert ist, lässt sich die Hypertrophie aber nur im absoluten Herzgewicht nachweisen.
- Arteriosklerotische Veränderungen der Koronararterien und intramuralen Herzerarterien sind bei drei Viertel der Herzen existent. Während Spender mit stenosierender Koronarsklerose anamnestisch häufiger Herzrhythmusstörungen aufwiesen, ist die intramurale Arteriosklerose häufiger bei Spendern mit Stenokardien und Myokardinfarkt manifest gewesen. Zwei Spenderinnen mit schickalhafter Hirnblutung könnten typische Vertreterinnen einer dilatierenden Koronarsklerose gewesen sein, wodurch

sie auch in dieser Altersgruppe als Herzspenderinnen hätten in Frage kommen können.

- Irreversible hypoxische Myokardschäden wie Nekrosen und Narben sowie eine interstitielle und perivaskuläre Herzmuskelfibrose unterschiedlicher Ausprägung sind an allen untersuchten Herzen – z.T. gleichzeitig – nachweisbar gewesen. Die Herzen der Spender mit Myokardinfarkt sind – verglichen mit der Gesamtgruppe – überwiegend mittel bis stark fibrosiert.
- Die alters- und belastungstypischen Endokardveränderungen (an den Herzklappen), denen das nächste Kapitel gewidmet ist, treten am linken Herzen früher bzw. häufiger auf als am rechten. Eindeutig pathologisch und therapiebedürftig sind Insuffizienz- und Stenosenbildung an Aorten- und Mitralklappe, die auch bei sechs Untersuchten bestanden. Endokardfibrose, Fenestrations, Atherome, Lipoid- und Kalkablagerungen tragen dagegen alterstypischen Charakter und stellen nur bzgl. ihres Ausprägungsgrades Kontraindikationen für Klappengrafts dar. Die Vergrößerung der Herzostien und –klappenringe, die sich in den großen Graftdiametern widerspiegelt, wird durch einen morphologischen Endokardumbau kompensiert, der mit einer Flächenzunahme der Klappensegel verbunden ist.

### **5.3. Morphologische Eignung von Aorten- und Pulmonalarterienklappen bei Spendern oberhalb der Altersgrenze von 65 Jahren**

Über den in der Literatur beschriebenen Alterswandel an den Herzklappen (und –ostien) besteht Einigkeit darin, dass sich die alters- bzw. belastungstypischen Endokardveränderungen am linken Herzen immer stärker bzw. früher manifestieren als rechts. Über das Lebensalter, ab dem sie histopathologisch nachweisbar sind, gehen die Meinungen dagegen auseinander: Obwohl es streng genommen nur im Kindesalter makro- und mikroskopisch normale Herzklappen gäbe, wird das dritte Lebensjahrzehnt als der Lebenszeitraum benannt, in dem fibrotische Degeneration der elastischen und kollagenen Fasern des Klappenendokards auffallen.

An den Aorten- und Pulmonalarterienklappen kommt es zu einer Endokardfibrose, wodurch sich die Semilunarklappen vergrößern, verdicken und an Elastizität verlieren. Kalk- und

Lipoidablagerungen lassen sich an den Klappenringen und -segeln nachweisen, wovon die Aortenklappen mehrheitlich betroffen sind. Die ebenfalls altersabhängige Erweiterung der Aorten- und Pulmonalostien fällt beim männlichen Geschlecht deutlicher aus als beim weiblichen. Diese Ostienerweiterung wird durch die oben beschriebene Vergrößerung der Klappensegel funktionell kompensiert, wobei sich die Größenrelationen an der Aortenklappe ungünstiger zueinander verändern und eher zu einer hämodynamischen Insuffizienz führen als an den Pulmonalarterienklappen.

Für die atrioventrikulären Herzklappen ist eine Verkürzung der Sehnenfäden bzw. eine Vergrößerung der Abstände zwischen Papillarmuskeln und Klappenring typisch. Auch die Mitral- und Trikuspidalostien vergrößern sich, ebenso wie die Klappensegel, deren altersabhängige Erweiterung jedoch im rechten geringer als im linken Herzen ausfällt. Da die rechtsventrikulären Größenrelationen zwischen Herzostien und Klappensegeln zueinander ungünstiger sind, ist die Tendenz zur Klappeninsuffizienz größer. Kalk- und Lipoidablagerungen finden sich ebenfalls.

Eindeutig pathologische Herzklappenveränderungen wie Insuffizienz und Stenose mit klinischer Relevanz manifestieren sich mehrheitlich linksventrikulär an der Aorten- und Mitralklappe. Sie können rein entzündlicher Genese oder durch Extreme der oben beschriebenen Altersdegenerationen verursacht sein [4, 29, 42, 62, 64, 65, 83, 99, 107].

**Wie hoch ist der Anteil morphologisch transplantabler Aorten- und Pulmonalarterienklappen oberhalb der derzeit akzeptierten Altersgrenze von 65 Lebensjahren, verglichen mit der Herzklappenspende bei altersakzeptierten Spendern?**

Zur Beantwortung dieser und der nächsten Frage, die sich mit der medizinischen und/oder ökonomischen Begründung einer Altersgrenze beschäftigt, ist eine Vergleichsgruppe von 380, maximal 64 Jahre alten Organspendern des gleichen Untersuchungszeitraumes (1999 bis 2004) gebildet worden, deren Herzen zur Organtransplantation nicht akzeptiert, deren Aorten- und Pulmonalarterienklappen aber in der "Kardiovaskulären Zell- und Gewebekbank" des DHZB im Hinblick auf ihre Eignung als Klappengrafts analysiert und für BIS "gebankt" worden sind. In ihrer Geschlechterverteilung, bei der die Männer überwiegen, entsprechen sie deutschen Organspendern. Bei ihrem mittleren Lebensalter von 46 Jahren für beide Geschlechter sind sie aber ein Jahr jünger, worin sich die Altersbe-

grenzung bei der Herzklappenspende widerspiegeln könnte. Andere Herzklappenbanken berichten über eine vergleichbare Demographie der Organspender [7, 21, 22, 47].

Am Ende des 4. Lebensjahrzehnts steigt die Anzahl der Organspender, deren Herzen zur Organtransplantation abgelehnt und für die Herstellung von Klappenallografts akzeptiert wurden, sprunghaft an (Abb.22, S.52). Dieses Alter markiert den in Abbildung 36 (S.78) dargestellten Zeitpunkt, ab dem sich eine für den Entnahmekirurgen palpable Koronarsklerose entwickeln kann. Da eine Routine-Koronarangiographie, durch die ihre hämodynamische bzw. klinische Relevanz eindeutig charakterisiert werden könnte, in der Organspende (noch) nicht etabliert ist, werden möglicherweise auch transplantable Herzen wegen des zwei- bis dreifach erhöhten perioperativen Risikos (early graft failure) einer übertragenen Transplantat-Koronararteriosklerose abgelehnt und vergrößern den Spenderpool für Homografts [25, 38, 39, 84]. Unterhalb des 40. Lebensjahres bilden Anomalien und Traumata des Spenderherzens die Kontraindikationen zur Organtransplantation. Liegt das Spenderalter in der ersten Lebensdekade, kommen Allokationsprobleme hinzu.

Betrachtet man die Herzklappen dieser altersakzeptierten Spender, so ist die Hälfte von ihnen nach morphologischer und mikrobiologischer Begutachtung als Grafts akzeptiert worden. Dabei lag der Gesamtanteil der Aortenklappen mit 30% deutlich niedriger als der der Pulmonalarterienklappen. Nicht transplantable Herzklappen sind hauptsächlich wegen ihrer morphologischen Qualität verworfen worden, allein bei den Pulmonalarterienklappen bestehen die Ablehnungsgründe zu knapp einem Fünftel aus iatrogenen Schäden und anatomischen Anomalien (Tab. 50-51, S.115).

Die altersabhängigen und für ihre Transplantabilität bedeutsamen Gewebeveränderungen an den Aorten- und Pulmonalarterienklappen, die entsprechend den BIS-Standards Fenestrationen und Atherome mit Lipoid- und Kalkablagerungen umfassen, treten in der 4. Lebensdekade auf. Bei den Aortenklappen gibt es nach dem 5. Dezennium keine Grafts mit guten morphologischen Eigenschaften mehr und an der Altersgrenze beträgt selbst der Anteil der Homografts akzeptabler Gewebequalität nur noch 6%. Bei den Pulmonalarterienklappen sind die Veränderungen dagegen so moderat, dass beim Erreichen der Altersgrenze nicht nur mehr als die Hälfte von ihnen die Eignung als Grafts schlechthin, sondern auch noch eine gute Gewebequalität besitzt. Der Alterswandel des Pulmonal-

arterienklappengewebes spiegelt sich allein in der morphologischen Güte prinzipiell transplantabler Grafts wieder (Abb.24, S.54 und Tab.50, S.115).

Bei den altersakzeptierten männlichen Herzklappenspendern ist der Anteil morphologisch nicht geeigneter Aorten- und Pulmonalarterienklappen – auch in jungem Alter – deutlich höher als bei den weiblichen (Abb. 25, S.55). Dieses Ergebnis deckt sich mit Erfahrungen bei der Herzklappenspende in den Niederlanden, auf Grund derer die Altersgrenze für männliche Herz-Kreislauf-Tote auf 60 Lebensjahre gesenkt wurde [47].

Um die Altersgrenze von 65 Lebensjahren für die Herzklappenspende – zumindest bei Organspendern – begründen bzw. hinterfragen zu können, sind 100 Spender aus den Jahren 1999 bis 2004 ausgewählt und deren Aorten- und Pulmonalarterienklappen im Hinblick auf ihre morphologische Eignung als potentielle Allografts untersucht worden. Das mittlere Alter dieser Untersuchungsgruppe, deren Spender zwischen 65 und 84 Jahre alt geworden sind, beträgt – geschlechtsunabhängig – 71,5 Jahre. Bei der für diese Altersgruppe typischen Geschlechterverteilung überwiegt das weibliche Geschlecht [22].

Genau so wie bei den altersakzeptierten Herzklappenspendern wäre insgesamt wieder die Hälfte der Herzklappen morphologisch transplantabel gewesen (Tab.52, S.115). Der Anteil potenzieller Aortenklappengrafts, denen nur eine akzeptable Gewebequalität zu attestieren ist, ähnelt dem vor Erreichen der Altersgrenze. Die überwiegende Mehrheit potenzieller Klappengrafts in dieser Altersgruppe sind Pulmonalarterienklappen. Sie zeichnen sich durch eine konstant gute Gewebequalität aus, allein der Anteil von Grafts mit akzeptabler Gewebegüte nimmt in der 8. Lebensdekade ab (Abb.27, S. 57). Ihre Klappendurchmesser liegen mehrheitlich zwischen 21 mm und 30 mm, wobei die großen Diameter männlichen Spendern zuzuordnen sind (Abb.28, S.58).

Über den Anteil morphologisch transplantabler Aorten- und Pulmonalarterienklappen oberhalb der akzeptierten Altersgrenze von 65 Lebensjahren lässt sich Folgendes zusammenfassen:

- Genau so wie bei den altersakzeptierten Organspendern wäre auch oberhalb der akzeptierten Altersgrenze von 65 Lebensjahren die Hälfte aller Herzklappen als Grafts morphologisch geeignet gewesen.

- Der Anteil potenzieller Aortenklappengrafts ist gering. Ihre morphologische Gewebequalität verändert sich schon ab dem 4. Dezennium, wobei zuerst die Qualität und 10 Jahre später auch die Quantität bei der Graftgewinnung rapide abnehmen.
- Die überwiegende Mehrheit aller Pulmonalarterienklappen würde sich auf Grund ihrer morphologischen Eigenschaften als Grafts eignen. Das Lebensalter manifestiert sich in der Abnahme akzeptabler Gewebeeigenschaften und in den großen Klappendurchmessern.

**Sind bei Organspendern auf Grund altersbedingter, morphologischer Veränderungen an den Herzklappen Altersgrenzen medizinisch und/oder ökonomisch begründet?**

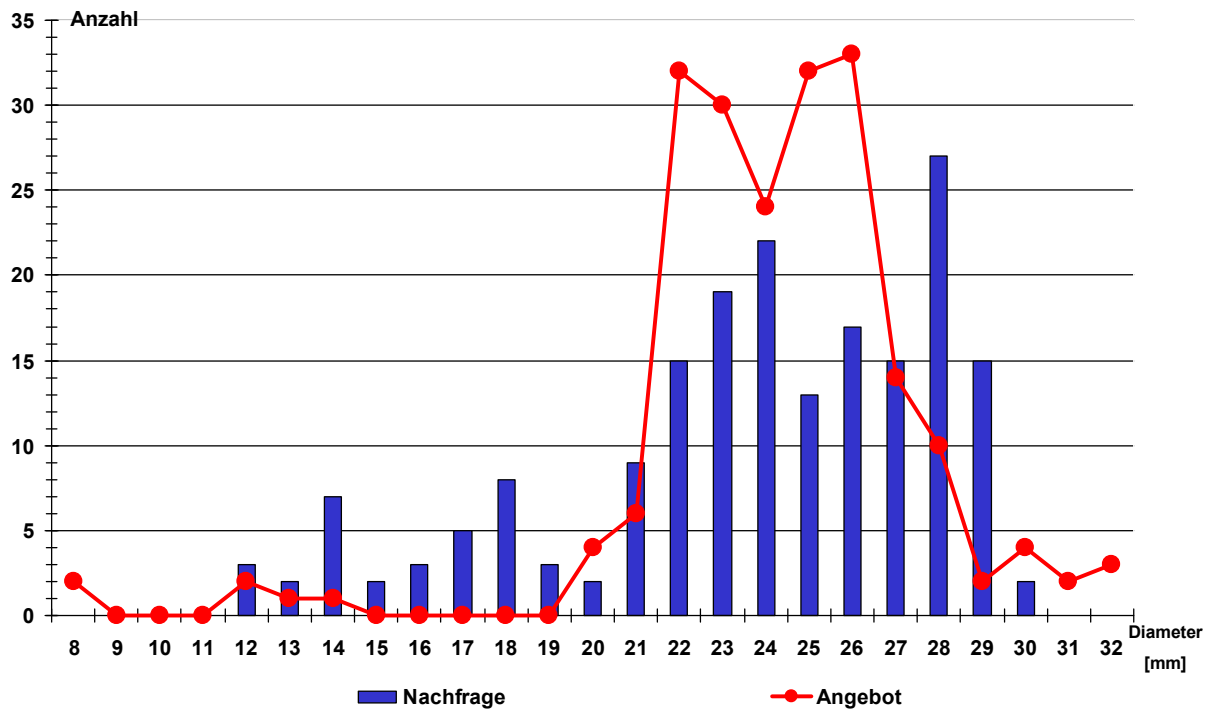
Die vergleichende Analyse von Klappengrafts altersakzeptierter Spender mit den morphologischen Befunden, erhoben an Aorten- und Pulmonalarterienklappen von Organspendern oberhalb der gültigen Altersgrenze von 65 Lebensjahren kann diese Altersgrenze weder medizinisch noch logistisch oder finanziell begründen.

Sowohl oberhalb als auch unterhalb dieser Altersgrenze sind immer die Hälfte der untersuchten Herzklappen zur Herstellung von Grafts morphologisch geeignet gewesen; rein rechnerisch ein Klappengraft bei jedem untersuchten bzw. präparierten Herzen.

Allein bei den Aortenklappen wäre die derzeit gültige Altersgrenze nachvollziehbar, da sie realistisch einen Zeitpunkt markiert, an dem die Wahrscheinlichkeit, Allografts gewinnen zu können, auf 6% gesunken ist.

Bei den Pulmonalarterienklappen erweist sich die überwiegende Mehrheit als potenzielle Klappengrafts, deren morphologische Eigenschaften zur Hälfte auch noch von konstant guter Qualität sind. Unter Berücksichtigung, dass erstens der Bedarf an Pulmonalarterienklappen für die Patientenbehandlung etwa um das vier- bis fünffache größer ist als der an Aortenklappen und zweitens ein relativer Mangel dieser Grafts mit großen Diametern (>27mm) bei BIS besteht, wie Abbildung 37 für 2004 und eine durchschnittlich lange Wartezeit von zwei Monaten in 2006 dokumentieren, könnte dieser zumindest für die Durchmesser 28mm und 29mm mit gut einem Viertel (27%) Pulmonalarteriengrafts von Spendern oberhalb der Altersgrenze ausgeglichen werden (Abb.28, S.58) [7].

Da die Herzostien und Herzklappenringe im Verlauf des Lebens größer werden, ist mit einer Kompensation kleiner Durchmesser ( $\leq 20$  mm) aus diesem Spenderpool nicht zu rechnen [29, 56, 62, 83].



Quelle: Bio Implant Services, Leiden 2005 (unveröffentlicht). A.G. Bokhorst danke ich für die Überlassung der Daten

**Abb. 37: Verhältnis von “Angebot und Nachfrage“ bei BIS 2004 nach Pulmonalarterienklappen in Abhängigkeit vom Durchmesser**

Der ökonomische bzw. logistische Aufwand scheint ebenso vertretbar, denn zum einen bedeutet eine Herzentnahme für Homografts im Rahmen einer – unbestritten – ökonomisch vertretbaren Organentnahme bei Spendern oberhalb des 65. Lebensjahres keinen nennenswerten zusätzlichen logistischen Aufwand. Zum anderen liegt die Wahrscheinlichkeit, bei der Herzpräparation – wie oben beschrieben – ein Klappengraft gewinnen zu können, rein rechnerisch bei 100%. Realistisch ist die Wahrscheinlichkeit, zumindest eine geeignete Pulmonalarterienklappe “bankern“ zu können, mit 85% annähernd genau so groß wie die Gewinnung transplantabler Organe in dieser Altersgruppe (Abb.35, S.73). Hinzu kommt noch, dass alle für den Empfängerschutz wichtigen Untersuchungen wie Blutgruppe, Gewebetypisierung und virologische Spenderdiagnostik routinemäßig vorliegen.

Wären 2004 alle Herzen, für die eine Zustimmung zur Entnahme vorlag, auch zur Präparation der Herzklappen entnommen worden, hätten – unter der Annahme einer 80%-igen Zustimmung zur Herzentnahme in Deutschland – bei einer Anhebung der Altersgrenze um 5 bzw. 10 Jahre 85 bzw. 143 Homografts zusätzlich zur Patientenbehandlung bereitgestellt werden können (Tab. 64, S.119).

Auf Grund der dargestellten Ergebnisse über die morphologische Eignung von Herzklappen bei Organspendern über der Altersgrenze von 65 Jahren ist 2005 zwischen der Kardiovaskulären Zell- und Gewebekbank des DHZB und BIS eine Vereinbarung getroffen worden, Herzklappen von Organspendern bis zum 70. Lebensjahr zu allokiieren.

Die Vermittlung von vier Pulmonalarterienklappen akzeptabler Gewebequalität, die bei Mehrorganentnahmen 2005 gewonnen werden konnten, sind innerhalb eines halben Jahres an Patienten in den Niederlanden und Deutschland vermittelt worden, die 14 bis 45 Jahre jünger waren, als ihre 68- und 69-jährigen Spender (Tab.65, S.119).