

Institut für Anästhesiologie
Deutsches Herzzentrum München des Freistaates Bayern
Klinik an der Technischen Universität München

Medizinische und ökonomische Aspekte der präoperativen Eigenblutspende in der Herzchirurgie

Sophie Heyde

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Privatdozent Dr. W. Dietrich
2. Univ.-Prof. Dr. E. Kochs

Die Dissertation wurde am 24.01.2002 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 08.05.2002 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Verzeichnis der Abkürzungen

1. Einführung	1
1.1. Transfusionsmedizin	1
1.2. Homologe Transfusion	1
1.3. Autologe Transfusion	3
1.3.1. Peri- und postoperative Verfahren.....	3
1.3.2. Präoperative Eigenblutspende.....	3
1.3.2.1. Allgemeine Anforderungen.....	3
1.3.2.2. Indikationen.....	4
1.3.2.3. Kontraindikationen.....	4
1.3.2.4. Komplikationen und Probleme	5
1.3.2.5. Positive Effekte.....	6
1.4. Aktueller Stand der Eigenblutspende	6
1.4.1. Rechtslage.....	6
1.4.2. Blutverbrauch in der Herzchirurgie.....	7
1.5. Medizinische Ökonomie	7
1.5.1. Ökonomische Prinzipien.....	7
1.5.2. Definition von Kosten und Nutzen.....	8
1.5.3. Methoden der medizinischen Ökonomie.....	9
1.5.3.1. Wirtschaftlichkeitsanalysen.....	9
1.5.3.2. Entscheidungsmethodik und Ergebnisforschung.....	10
2. Problemstellung	11
3. Material und Methodik	12
3.1. Datensatz	12
3.2. Durchführung der Eigenblutspende	12
3.3. Kostenerhebung für Blutprodukte	14
3.3.1. Autologes Blut.....	14
3.3.2. Homologes Blut.....	15
3.3.3. Präoperative Bereitstellung homologer Konserven.....	16

3.4. Entscheidungsbaumanalyse	16
3.4.1. Grundsätze.....	16
3.4.2. Modell für Blutverbrauch.....	17
3.4.3. Modell für Finanzmittelverbrauch.....	18
3.4.4. Sensitivitätsanalyse.....	20
3.5. Berechnung zur Fremdbluteinsparung	20
3.6. Statistische Analyse	21
3.7. Computerprogramme	21
4. Ergebnisse	22
4.1. Patientendaten	22
4.1.1. Demographische Daten.....	22
4.1.2. Daten zur Eigenblutspendefrequenz.....	24
4.1.3. Präoperative Eigenblutspende.....	25
4.2. Analyse der klinischen Parameter	26
4.2.1. Perioperative Daten und Hämoglobin-Verläufe.....	26
4.2.2. Postoperative klinische Verläufe.....	29
4.3. Untersuchung des Fremdblutverbrauchs	30
4.3.1. Bilanz des Fremdblutverbrauchs.....	30
4.3.2. Bilanz des Frischplasmaverbrauchs.....	32
4.4. Fremdbluteinsparung durch Eigenblut	33
4.4.1. Reduktion des Fremdblutbedarfs durch Eigenblut.....	33
4.4.2. Entscheidungsbaumanalyse.....	35
4.5. Kostenerhebung für Blutprodukte	46
4.5.1. Autologes Blut.....	46
4.5.2. Homologes Blut.....	47
4.5.3. Präoperative Bereitstellung homologer Konserven.....	48
4.6. Untersuchung des Kostenaufwandes	49
4.6.1. Gesamtkosten für Blutprodukte.....	49
4.6.2. Kostenaufwand für Fremdbluteinsparung durch Eigenblut.....	49
4.6.3. Entscheidungsbaumanalyse.....	50
4.6.4. Sensitivitätsanalyse	57

5. Diskussion	59
5.1. Patientendaten	59
5.1.1. Demographische Daten	59
5.1.2. Klinische Parameter	59
5.1.3. Postoperative Verläufe	60
5.1.4. Präoperative Eigenblutspende	61
5.2. Analyse des Transfusionsbedarfs	61
5.2.1. Fremdbluteinsparung durch Eigenblut	61
5.2.2. Spezifische Beurteilung des Fremdblutverbrauchs	63
5.3. Analyse des Kostenaufwandes	65
5.3.1. Kostenerhebung für Blutprodukte	65
5.3.2. Kostenbilanz der Eigenblutspende	67
5.3.3. Spezifische Beurteilung der Kosten	69
5.3.4. Sensitivitätsanalyse	69
5.4. Medizinisch-ökonomische Analyse	70
5.4.1. Kosten und Nutzen	70
5.4.2. Vergleich mit Wirtschaftlichkeitsanalysen	71
5.5. Anwendung der Ergebnisse im klinischen Alltag	73
6. Zusammenfassung	76
7. Literaturverzeichnis	77
8. Anhang	85
9. Dankvermerk	98

Verzeichnis der Abkürzungen

AIDS	Aquired Immune Deficiency Syndrom
AMG	Arzneimittelgesetz
Aorta asc. An.	Aorta ascendens Aneurysma
ASD	Vorhofseptumdefekt
BGH	Bundesgerichtshof
BRD	Bundesrepublik Deutschland
dl	Deziliter
DHM	Deutsches Herzzentrum München
DM	Deutsche Mark
EB	Eigenblut
EBS	Eigenblutspende
EK	Erythrozytenkonzentrat
EKZ	Extrakorporale Zirkulation
FFP	Fresh Frozen Plasma
fFFP	Fremd-FFP (Eigenblutspender)
frFFP	Fremd-FFP (Nicht-Spender)
g	Gramm
HÄS	Hydroxyäthylstärke
Hb	Hämoglobin
HBs	Hepatitis B-Antigen
HBV	Hepatitis B Virus
HCV	Hepatitis C Virus
HIV	Human Immundeficiency Virus

KG	Körpergewicht
kg	Kilogramm
KHE	Koronare Herzerkrankung
l	Liter
mg	Milligramm
ml	Milliliter
n.s.	nicht signifikant
NYHA	New York Heart Association
OP	Operation
P	Pauschale
p	Wahrscheinlichkeit
SD	Standardabweichung
TFG	Transfusionsgesetz
TK	Thrombozytenkonzentrat
U	Einheit
VSD	Ventrikelseptumdefekt

1. Einführung

1.1. Transfusionsmedizin

„Aber Medea (...) erschließt mit gezücktem Schwert die Kehle des Greises, sie lässt entströmen das alte Blut und ersetzt's mit dem Saft. Als Aeson diesen getrunken, sei's mit dem Mund oder auch durch die Wunde, verlieren die Haare wie auch der Bart ihre Weiße: schon sind sie ihm dunkel geworden. Magerkeit schwindet, Verwitterung, Blässe entweichen (...). Jugendlich strotzen die Glieder“ (Ovidius Naso, P., 1958, Vers 285-293). Bei dem Saft, der in Ovids Metamorphosen zur Verjüngung des Aeson führt, handelt es sich um Blut. Dies zeigt, wie alt die Idee der Blutübertragung bereits ist und was für lebenserhaltende und lebensspendende geheimnisvolle Kraft diesem „einzigartigen Saft“, wie Goethe ihn nannte, zugesprochen wird.

Die Bluttransfusion im heutigen Sinn gilt aber erst seit der Entdeckung des ABO-Systems durch Landsteiner im Jahr 1900 als eine weitgehend risikolose therapeutische Maßnahme. Die wichtigsten Blutpräparate sind Erythrozytenkonzentrate (EK), Thrombozytenkonzentrate (TK), Fresh Frozen Plasma (FFP), Albuminlösungen und Gerinnungspräparate. EKs sind durch Zentrifugation und Entfernung des buffycoats sedimentierte Erythrozyten. Bei 4°C sind sie circa drei bis fünf Wochen lagerungsfähig, mit additiver Lösung circa sieben bis acht Wochen. FFP entspricht 200-250 ml Citratplasma, beinhaltet die Faktoren II, VII, IX, X, XI, XII, XIII und hitzelabile Faktoren V und VIII und ist bei -30°C etwa ein Jahr haltbar (Eberhardt, M., 1998, S.158). Nach den Leit- und Richtlinien der Bundesärztekammer und des Paul-Ehrlich-Institutes, welche die Gewinnung und Anwendung von Blut- und Plasmaprodukten in Deutschland regeln, existieren keine allgemein gültigen kritischen Grenzwerte für Hämoglobin- oder Hämatokritwerte, bei denen transfundiert werden soll. In Abhängigkeit von Dauer, Schwere und Ursache der Anämie, sowie Vorgeschichte, Alter und Klinik des Patienten bewegt sich der Indikationsbereich für die Transfusion von EKs zwischen 60 -110 g/l ("Leitlinien," 2001, S.13; McFarland, J. G., 1999, S.113; Van der Linden, P., 2001, S.495).

1.2. Homologe Transfusion

Das Blutspendewesen der BRD wird getragen von freiwilligen Spendern, die ihr Blut über die deutschen Blutspendedienste zur Verfügung stellen. Da die Blutversorgung von der Spende-

bereitschaft der Bevölkerung abhängt, ist Blut eine begrenzte Ressource, die nicht übermäßig oder unkritisch eingesetzt, und sogar Mangelprodukt werden kann. Trotz der Vorgaben der Leit- und Richtlinien konnten die Risiken von Fremdbluttransfusionen nicht vollständig beseitigt werden ("Richtlinien," 2000; "Leitlinien," 2001).

Die größte Gefahr beruht wie beim Eigenblut auf der Verwechslung von Konserven. So werden mehr als 60% aller letal verlaufenden Reaktionen durch organisatorische Fehler (Ergebnisse einer Konsensuskonferenz, 1992, S.110) verursacht.

Die Wahrscheinlichkeit, viral kontaminiertes Fremdblut zu erhalten, beträgt nach Auskunft des Robert-Koch-Institutes für die Hepatitis B zur Zeit etwa 1:60 000, für die Hepatitis etwa C 1:100 000 und für HIV maximal 1:1 000 000. In einer englischen Studie konnte bei 20 000 transfundierten Blutkonserven keine transfusionsbedingte Infektion nachgewiesen werden (Regan, F. A., 2000). Problematisch ist, dass aufgrund der Inkubationszeiten von Erkrankungen und dem diagnostischen Fenster ein „absoluter Virusnachweis in einer Blutspende unmöglich ist“ (Lower, J., 1994, S.931). Unklar sind noch die Daten über andere transfusionsbedingte Übertragungen, wie z.B. aktuell der BSE-Erkrankung (Fricker, J., 2001; Houston, F., 2000).

Hämolysereaktionen entstehen durch Unverträglichkeitsreaktionen, d.h. Blutgruppen, Rhesus- oder Kellfaktoreninkompatibilität, die letal enden können. Ursachen sind die Verwechslung der Blutkonserven und Blutproben, aber auch kontaminierte, hitze- oder lagerungsgeschädigte Konserven (Penner, M., 1994, S.66). Durch Allo-Antikörper gegen Leukozyten können beim Empfänger auch nicht hämolytische Transfusionsreaktionen, in etwa 1-2% der Fälle (Ergebnisse einer Konsensuskonferenz, 1992, S.110) mit weniger fulminanten, dennoch febrilen Verläufen beobachtet werden. Zum großen Teil wird für allergische Interaktionen des Organismus mit homologem Blut der leukozytenhaltige buffycoat verantwortlich gemacht, der daher mittlerweile routinemäßig aus Blutkonserven entfernt wird (Innerhofer, P., 1999; Kretschmer, V., 1993).

Diskutiert werden weiterhin immunmodulatorische Vorgänge nach Fremdblutgabe (Carson, J. L., 1999; Chang, H., 2000; Leal-Noval, S. R., 2001; Marquet, R. L., 1993; Murphy, P. J., 1992; Sonnenberg, F. A., 1999; Spahn, D., 2000). Auch in der Tumorchirurgie sind durch Fremdbluttransfusion eventuell ungünstige immunologische Einflüsse zu erwarten (Habler, O., 1997; Heiss, M. M., 1994).

1.3. Autologe Transfusion

1.3.1. Peri- und postoperative Verfahren

Zu den derzeit am häufigsten angewendeten fremdblutsparenden Maßnahmen gehört z.B. die normovolämische Hämodilution ("Richtlinien," 2000; Entholzner, E., 1994; Monk, T. G., 1999; Stehling, L., 1994): kurz vor der Operation wird dem Patienten Blut entnommen und das Volumen durch Plasmaexpander ersetzt. Intraoperativ verlorenes Blut ist somit erythrozytenärmer, das entnommene Blut wird bei Bedarf wieder retransfundiert. Daneben existieren die kontrollierte Hypotension und die maschinelle Autotransfusion mit dem Cellsaver. Intra- oder postoperativ verlorenes Blut wird von unerwünschten Bestandteilen getrennt sowie zentrifugiert. Nach Verwerfung des Plasmas werden die gewaschenen Erythrozyten als autologes Erythrozytenkonzentrat direkt z.B. aus dem Operationsfeld retransfundiert. Neben anderen, spezifischeren Techniken (Spahn, D., 2000), findet oft die Gabe von Antifibrinolytika (z.B. Aprotinin, Tranexamsäure), v.a. bei großen Operationen Anwendung (Habler, O., 1997, S.921f.).

1.3.2. Präoperative Eigenblutspende

1.3.2.1. Allgemeine Anforderungen

Bei der präoperativen Eigenblutspende wird dem Patienten vor einer geplanten Operation Blut entnommen, das dann intra- oder postoperativ retransfundiert wird ("Richtlinien," 2000, S.31). Sie wird v.a. bei orthopädischen, herzchirurgischen, gefäßchirurgischen, urologischen oder gynäkologischen Operationen angewendet. Eigenblutkonserven in fraktionierter Form haben eine Haltbarkeit von bis zu 49 Tagen. Da die Abnahme etwa in wöchentlichen Abständen erfolgt, ist es oft möglich, bis zu fünf Konserven bis zum Operationstermin bereitzustellen. Zwischen mehreren Eigenblutspenden sollte der Patient wieder nachweislich Erythrozyten gebildet haben, was durch Eisenpräparate (Sthabunswadigarn, S., 2000; Weisbach, V., 1999), in Ausnahmefällen durch Erythropoetin unterstützt wird (Domen, R. E., 1996; Hardy, J. F., 1994; McFarland, J. G., 1999).

Blut kann als Vollblut oder als Komponenten, d.h. EK und FFP konserviert werden. Heutiger Standard ist die Komponentenauftrennung (Kretschmer, V., 1993). Zur reinen Plasmagewin-

nung steht zusätzlich die Plasmapherese zur Verfügung, bei der über einen Zell-Separator Erythrozyten und Plasma in unterschiedlicher Menge gewonnen werden.

Präoperativ entnommenes Eigenblut oder Eigenblutbestandteile unterliegen als Arzneimittel der Betriebsverordnung für pharmazeutische Unternehmer ("PharmBetrV," 1985), dem Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln ("AMG," 1994) und dem Gesetz zur Regelung des Transfusionswesens ("TFG," 1998) sowie den Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen (Hämotherapie) ("Richtlinien," 2000; "Leitlinien," 2001, S.209). Blutprodukte sind Arzneimittel im Sinne des § 2 Abs.1 AMG und unterliegen damit den strengen Vorschriften einer „Herstellungserlaubnis“ für Arzneimittel. Außerhalb der großen Blutspendedienste gilt für Eigenblutpräparate durch die „kleine Herstellungserlaubnis“ gemäß §§ 13 ff. AMG eine Ausnahmeregelung, wenn Eigenblutspende und Transfusion im gleichen Haus stattfinden. Nicht verwendete Eigenblutkonserven müssen vernichtet werden ("Leitlinien," 2001, S.212).

1.3.2.2. Indikationen

Ab einer Transfusionswahrscheinlichkeit von mehr als 10% ist es nach dem TFG gesetzlich vorgeschrieben, dem Patienten die Eigenblutspende als Alternative anzubieten und wenn keine Kontraindikationen bestehen, bei dessen Wunsch auch durchzuführen. Die präoperative Eigenblutspende wird bestimmt durch den zu erwartenden perioperativen Transfusionsbedarf, das Alter des Patienten, risikorelevante Vorerkrankungen und den präoperativen Hb-Wert (Hitzler, W., 1992, S.20; Singbartl, G., 1993, S.193). Hämatokrit und Gerinnungsparameter sollten im Normbereich liegen (Eberhardt, M., 1998, S.167). Bei Kindern unter 30 kg Körpergewicht wird die Eigenblutspende auf 15% des errechneten Blutvolumens limitiert (Hansen, E., 1986, S.577; Letts, M., 2000, S.125). Die Transfusionsindikation für Eigenblut ist ebenso streng wie für Fremdblut zu stellen, wobei bei Vorhandensein von Eigenblut dieses stets dem Fremdblut vorzuziehen ist (Striebel, H. W., 2000, S.126).

1.3.2.3. Kontraindikationen

Als Kontraindikationen für die Eigenblutspende gelten nach allgemeiner Lehrbuchmeinung (Eberhardt, M., 1998, S.167; Striebel, H. W., 2000, S.126) Hb-Konzentrationen unter 115 g/l, schwere kardiovaskuläre Erkrankungen (instabile Angina pectoris, schwere KHE, Herzinsuffizienz von NYHA III-IV, hochgradige Aortenklappenstenose, Myokardinfarkt innerhalb der

letzten drei Monate, Synkopen unklarer Genese), Allgemeininfekte, respiratorische Insuffizienz, pathologische Gerinnungsparameter, Erkrankungen des Blutes oder der blutbildenden Organe ("Leitlinien," 2001, S.210; Eberhardt, M., 1998, S.167). Oft entscheidet allerdings auch die klinische Erfahrung des Transfusionsarztes über die individuelle Indikation.

1.3.2.4. Komplikationen und Probleme

Autologe Blutspender haben im Gegensatz zu Spendern homologen Blutes immer eine transfusionswürdige Operation vor sich und sind daher als potentielle Risikopatienten anzusehen. Die Literatur zeigt jedoch, dass für Eigenblutspender im Vergleich zu homologen Spendern kein zwingend erhöhtes Spenderisiko besteht (Penner, M., 1994, S.67). Hauptprobleme bei der Entnahme sind vasovagale Kreislaufreaktionen wie Synkopen, Hypotension, Bradykardie (Habler, O., 1997, S.917). Diese Komplikationen sind oft multifaktoriell durch Alter, Geschlecht oder Gewicht bedingt (Trouern Trend, J. J., 1999, S.316). Reizungen im Bereich der Blutentnahmestelle sind als Lokalreaktion möglich. Längerfristig besteht die Gefahr einer Blutungsanämie, der durch Hb-Kontrollen und Eisensubstitution vorgebeugt werden kann. Schwere Zwischenfälle wie Angina pectoris oder cerebrale Ischämie bei vorbestehender Herzinsuffizienz können sowohl bei der Eigenblut- als auch Fremdblutspende, wenn auch äußerst selten vorkommen. Die Risiken bei der Herstellung, Präparation und Lagerung, wie z.B. bakterielle Kontamination oder Mikrothrombenbildung bei alten Konserven entsprechen denen des Fremdblutes (Domen, R. E., 1996, S.296; Penner, M., 1994, S.66). Entsprechend den homologen Blutkonserven ist jedoch auch bei der autologen Transfusion die Verwechslung von Konserven das größte Problem.

Hauptnachteil der Eigenblutspende ist der hohe organisatorische Aufwand. Innerhalb der Kliniken besteht erhöhter Personalbedarf. Zeitliche und wirtschaftliche Umstrukturierung sind notwendig. Die Patienten müssen z.B. durch lange Anfahrtswege in die Kliniken einen erhöhten Zeitaufwand erbringen. Organisatorische Probleme können sich aus einem stärkeren Abfall der Hb-Konzentration und somit einer möglichen Verschiebung des Operationstermins ergeben. Da die Eigenblutentnahme immer prophylaktisch erfolgt, werden bei zuviel entnommenem Blut häufig autologe Konserven verworfen oder aber freizügiger transfundiert. Daher besteht das Interesse an einer genauen Analyse des zu erwartenden Transfusionsbedarfs der Patienten.

1.3.2.5. Positive Effekte

Neben der Vermeidung der genannten Transfusionsrisiken durch Fremdblut, nimmt der Patient durch die Eigenblutspende aktiv an der Operationsvorbereitung teil, was den Betroffenen Ängste nehmen kann und ein Gespräch mit dem vertrauten Arzt oder der Schwester ermöglicht. Bei effektiver Organisation der Eigenblutspende können sich aus ihr auch betriebswirtschaftliche und gesamtgesellschaftliche Vorteile, wie z.B. Kosteneinsparungen ergeben.

1.4. Aktueller Stand der Eigenblutspende

1.4.1. Rechtslage

Die AIDS-Skandale der 80er Jahre, wachsender Blutbedarf durch die Fortschritte in den operativen Fächern, abnehmende Spendebereitschaft in der Bevölkerung sowie der gleichzeitige Wunsch nach Eigenversorgung mit Blut in der BRD weckten von verschiedenen Seiten Fragen zu Sicherheit und Kosten, aber auch zu Einsparungsmöglichkeiten und Alternativen zur bisherigen Blutversorgung. Neben der rationalen Anwendung von Blutprodukten und blutsparenden Operationstechniken erlauben auch die autologen Transfusionskonzepte eine Reduktion des Fremdblutbedarfs (Frey, L., 1993, S.12; Gombotz, H., 1995, S.191; Goodnough, L. T., 1998, S.67; McFarland, J. G., 1999, S.113).

Bei wachsenden öffentlichen Ängsten nach Bekanntwerden der transfusionsbedingten Übertragung von Hepatitis und AIDS in den 80er Jahren, verkündete der BGH am 17. 12. 1991 ein Urteil (AZ: VI ZR 40/91), das den Arzt verpflichtet, den Patienten über die Risiken einer Infektion mit Hepatitis bzw. AIDS durch Fremdblut, sowie über die Alternativen zur Fremdbluttransfusion aufzuklären. Als wesentliche Alternative gilt dafür die präoperative Eigenblutspende, auf die der Patient ab einer Transfusionswahrscheinlichkeit von 10% ein Recht hat (Hanfland, P., 1993, S.70; Krier, C., 1992, S.130; Schlund, G. H., 1994, S.134). Am 1.Juli 1998 trat das Gesetz zur Regelung des Transfusionswesens in Kraft. Im Wesentlichen regelt es die Anforderungen an Spendeinrichtungen und Spendeentnahme, die Auswahl der spendenden Personen, Anwendung der Blutprodukte, Qualitätssicherung, Unterrichtungspflichten bei unerwünschten Ereignissen, Rückverfolgungsverfahren, Meldewesen, Sachkenntnisvorschriften und die Selbstversorgung mit Blut und Plasma. Die Transfusion ist damit neben Transplantationen und Keimbahneingriffen der einzige medizinische Bereich staatlich-

gesetzlicher Regelungen. Operative Disziplinen müssen sich daher mit autologen Transfusionskonzepten auseinandersetzen. Die Kliniken tragen die praktischen Konsequenzen apparativer, personeller und finanzieller Art (Bock, R. W., 1999; Hutschenreuter, G., 2000).

1.4.2. Blutverbrauch in der Herzchirurgie

In der Herzchirurgie sind häufig Bluttransfusionen nötig. Bei koronaren Bypassoperationen bzw. anderen Herzoperationen liegt der Anteil transfusionsbedürftiger Patienten durchschnittlich zwischen 20-80% (Dietrich, W., 1999, S.876; Lutter, G., 2000, S.369; Pinto, G. V., 2000, S.75; Spiess, B. D., 1994, S.231; Thurer, R. L., 2001, S.6). Da ein Großteil der Eingriffe planbar ist, eignet sich für dieses Operationsgebiet die Eigenblutspende sehr gut. Zusätzlich ist bei den hohen Transfusionsmengen und Schwere des operativen Eingriffs eine Reduktion des Fremdblutbedarfs und den damit verbundenen Risiken medizinisch äußerst relevant. Problematisch für herzkranken Patienten ist die Einschränkung durch Kontraindikationen. Einzelne Patienten mit bestimmten Symptomkonstellationen können jedoch nach Beurteilung und individueller Einschätzung des betreuenden Transfusionsarztes trotz allgemeiner Kontraindikationen unter Umständen präoperativ Eigenblut spenden (z.B. Herzinsuffizienz mit Diuretika). Insgesamt wird die sorgfältig durchgeführte Eigenblutspende auch von „Risikopatienten“ gut toleriert und stellt eine sichere Alternative zu homologem Blut dar (Gandini, G., 1999; Kasper, S. M., 1998; Kwapisz, M. M., 1998; Messelken, M., 1996). Viele der ersten und auch aktuellen Studien über Fremdbluteinsparungen basieren auf Untersuchungen an kardiochirurgischen Patienten (Birkmeyer, J. D., 1994; Britton, L. W., 1989; Dupuis, J. Y., 1999; Etchason, J., 1995; Hardy, J. F., 1994; Kulka, P. J., 1997; Love, T. R., 1987; Murphy, P. J., 1992).

1.5. Medizinische Ökonomie

1.5.1. Ökonomische Prinzipien

Bei immer weiter steigenden Kosten im Gesundheitssystem, ist es wichtig, medizinische Leistungen und wirtschaftliche Konsequenzen genau zu analysieren. Damit Gesundheit nicht

zu einem unbezahlbaren Gut wird, müssen bei diesen Untersuchungen nicht nur Kosten, sondern v.a. der klinische Bezug und medizinische Nutzkomponenten berücksichtigt werden. Die Gesundheitsökonomie, als Teildisziplin der Volkswirtschaftslehre, orientiert sich auf der Systemebene weniger am Individuum und am Leistungsgeschehen. Eine neuere Disziplin, die medizinische Ökonomie beschäftigt sich dagegen mit der Bewertung einzelner medizinischer Interventionen unter Berücksichtigung der Kosten und des medizinischen Nutzens (Szucs, T. D., 1996, S.49). Dabei wird versucht, Kosten gegenüber Nutzen und Erfolgen abzuwägen und optimale Strategien rationalen, medizinischen Handelns zu entwickeln. Angesichts begrenzter Ressourcen (wie z.B. Finanzmittel, Organe, Zeit, Blut) und steigenden Bedürfnissen (wie z.B. gestiegene Lebenserwartung, demographische Entwicklung) sollen maximale Ergebnisse und optimale Entscheidungsfindungen gewährleistet werden. Gefahr bei medizinisch-ökonomischen Untersuchungen ist, Gesundheit in Kosten und Nutzwerten auszudrücken, bzw. mit Geld aufzurechnen und die Krankenversorgung damit v.a. von Kostenüberlegungen abhängig zu machen. Ein möglicher Kostenmehraufwand für besseren medizinischen Nutzen sollte daher idealerweise immer zu erbringen sein. Gleichzeitig können nach Richtlinien der „Evidence based medicine“ bei zweifelhaft nützlicher oder überflüssiger Diagnostik und Therapie Kosten reduziert werden (Glaeske, G., 1999, S.421).

Die medizinische Ökonomie gewinnt zunehmend an Bedeutung in klinischen Studien (AuBuchon, J. P., 1996; Finlayson, S. R., 1998; Szucs, T. D., 1997) und als eigene Wissenschaft (Birkmeyer, J. D., 1996; Glaeske, G., 1999; Johannesson, M., 1995; Karlsson, G., 1998; Pauker, S. G., 1975).

1.5.2. Definition von Kosten und Nutzen

Kosten sind aus ökonomischer Sicht definiert als der Wert eines Nutzens, der verloren geht, um etwas anderes zu erzielen. Bei allen ökonomischen Untersuchungen werden sowohl direkte, indirekte und intangible Kosten (Input) bzw. direkter, indirekter und intangibler Nutzen (Output) unterschieden. Direkte Kosten beinhalten Personal- und Sachaufwand sowie Investitionsaufwand, wie z.B. Gehaltskosten, Pflegemittel, Pharmaka und Diagnostik. Indirekte Kosten, oft auch volkswirtschaftliche Kosten genannt, umfassen die Bewertung von Einkommens- und Arbeitsausfällen „auch die durch eine höhere Lebenserwartung entstehenden Kosten“ (Szucs, T. D., 1995, S.578). Mit intangiblen Kosten wird versucht, schwerer Erfassbares,

wie psychologische Faktoren (Stress, Angst, Schmerzen), unerwünschte Begleitsymptome und Verschlechterung von Compliance oder Verträglichkeit monetär zu bewerten. Entsprechend beinhaltet direkter Nutzen die Reduktion von Personal- und Sachaufwand, Vermeidung künftiger Behandlungskosten und eine Reduktion von Versicherungs- oder Rentenzahlungen. Als indirekter Nutzen gilt z.B. ein vermindertes Produktionsdefizit durch Vermeidung von Todesfällen oder körperlichen Behinderungen. Ein Nutzen wird als intagibel bezeichnet, wenn Angst und Schmerzen verringert, Compliance und Verträglichkeit verbessert, oder medizinisch-technischer Fortschritt erwartet werden kann. Da Kosten sich bei Veränderung des Leistungsvolumens verschieden verhalten können, werden außerdem variable Kosten, die vom Leistungsvolumen abhängig sind, und davon unabhängige fixe Kosten unterschieden. Variable Kosten fallen auf einen festgesetzten Zeitraum in bestimmter Höhe an und beinhalten üblicherweise den Aufwand an Verbrauchsmaterial. Zu den fixen Kosten gehört der Aufwand für Investitionen, Reparaturen, Gemeinkosten und Personal.

1.5.3. Methoden der medizinischen Ökonomie

1.5.3.1. Wirtschaftlichkeitsanalysen

Bei den Wirtschaftlichkeitsanalysen werden Nachteile (Kosten) und Vorteile (Nutzen) über einen bestimmten Zeitraum erfasst und, soweit möglich, monetär bewertet und miteinander verglichen. Sie stellen einen wichtigen Informationsfundus für Entscheidungsträger im Gesundheitswesen dar. Es gibt sechs verschiedene Formen der Analyse: die Kosten-Nutzen-Analyse, Kosten-Effektivitäts-Analyse, Kosten-Minimierungs-Analyse, Kosten-Nutzwert-Analyse, Krankheitskosten-Analyse und die Lebensqualitäts-Studie (Johannesson, M., 1995; Pauker, S. G., 1975; Szucs, T. D., 1995). Je nach Art der Analyse wird mit verschiedenen Einheiten gearbeitet. Während bei der Kosten-Nutzen-Analyse alle Kosten und Konsequenzen monetär bewertet werden, finden bei der Kosten-Effektivitäts-Analyse oder Kosten-Nutzwert-Analyse nicht-monetäre Einheiten Anwendung, wie z.B. Anzahl geretteter Menschenleben, verhinderte Krankheitsfälle, QALYs (quality-adjusted life years) oder andere klinische Parameter, wobei bestimmte Zahlenwerte für jeweilige Gesundheitszustände verwendet werden. Besonders bei den häufig durchgeführten Kosten-Nutzen-Analysen ist problematisch, dass oft „eine monetäre Bewertung des klinischen Ergebnisses stattfinden muss, welches in der Regel nicht strikt ökonomisch und monetär gemessen werden kann (z. B. der

monetäre Wert des menschlichen Lebens). Ebenfalls besteht die Gefahr, dass viele Konsequenzen, die nicht monetär bewertet werden können, von der Analyse a priori ausgeschlossen werden“ (Szucs, T. D., 1996, S.49). Eine vollkommene Analyse der Kosten-Effektivität medizinischen Handelns ist daher als Grundlage für Entscheidungsfindungen kritisch zu betrachten (Birkmeyer, J. D., 1994, S.168). Eine gute Gesundheitsleistung und Krankenversorgung können den Kosteneinsparungen und Rationalisierungen zum Opfer fallen. Kostenintensive Therapiekonzepte werden aufgrund hoher Kosten für QALYs immer schwerer zu rechtfertigen.

In der Medizin werden häufig Kosten-Effektivitäts-Analysen und Kosten-Nutzen-Analysen angewendet, wie z.B. im Bereich der Herzchirurgie oder der Eigenblutspende (Birkmeyer, J. D., 1994; Dietrich, G. V., 1996; Gleason, D. H., 1997; Goodnough, L. T., 1998; Kulka, P. J., 1997; Lubarsky, D. A., 1997; Marchetti, M., 2000; Singbartl, G., 1999; Weinstein, M. C., 1989).

1.5.3.2. Entscheidungsmethodik und Ergebnisforschung

Die klinische Entscheidungsmethodik prüft die Qualität der ärztlichen Leistungserstellung und soll helfen, die richtigen Maßnahmen für eine gute Versorgungsqualität zu finden. Ein gutes Instrument, klinische Entscheidungen zu analysieren und zu verstehen, sind Entscheidungsbäume. Sie ermöglichen die vereinfachte Darstellung von klinischen und ökonomischen Prozessen sowie von individuellen Krankheitsverläufen. Verschiedene Entscheidungsoptionen können durch relative Werte (Wahrscheinlichkeiten und Ergebnisse) leichter beurteilt werden. Anhand dessen wird nach einer möglichen Effektivitätsverbesserung und nach optimalen Ergebnissen für Patienten gesucht.

2. Problemstellung

In den vergangenen Jahren wurde wiederholt bewiesen, dass die Eigenblutspende vor elektiven Herzoperationen eine effektive Maßnahme zur Einsparung von Fremdblut darstellt. Zunehmend werden aber auch die Kosten und die Effektivität der Eigenblutspende diskutiert (Birkmeyer, J. D., 1994; Etchason, J., 1995; Marchetti, M., 2000; Singbartl, G., 1999). Nach dem Transfusionsgesetz ist ein Arzt in Deutschland verpflichtet, Patienten ab einem Transfusionsrisiko von über 10% über die Möglichkeit der präoperativen Eigenblutspende aufzuklären und gegebenenfalls durchzuführen ("TFG," 1998). Deshalb sind viele Krankenhäuser neben medizinischen Überlegungen auch mit konkreten Fragen der Umsetzung und Finanzierung konfrontiert.

Daher wurden in vorliegender Arbeit medizinische und ökonomische Aspekte der Eigenblutspende am Deutschen Herzzentrum München, anhand der Daten von 3031 Patienten, die sich von 1995 bis Juni 1998 Herzoperationen unterzogen, analysiert.

Der Einfluß der präoperativen Eigenblutspende auf den Verbrauch homologer Blutprodukte, sowie auf die Behandlungskosten mit und ohne Eigenblutspende, wurde in vorliegender Arbeit untersucht. Ebenfalls wurde untersucht, ob durch spezielle und fallbezogene Analysen des Transfusionsbedarfs die Strategie der Eigenblutspende individuell optimiert werden kann, um bei gleicher Qualität Kosten und Aufwand zu senken oder mit einem Mehraufwand einen höheren medizinischen Nutzen zu erreichen.

3. Material und Methodik

3.1. Datensatz

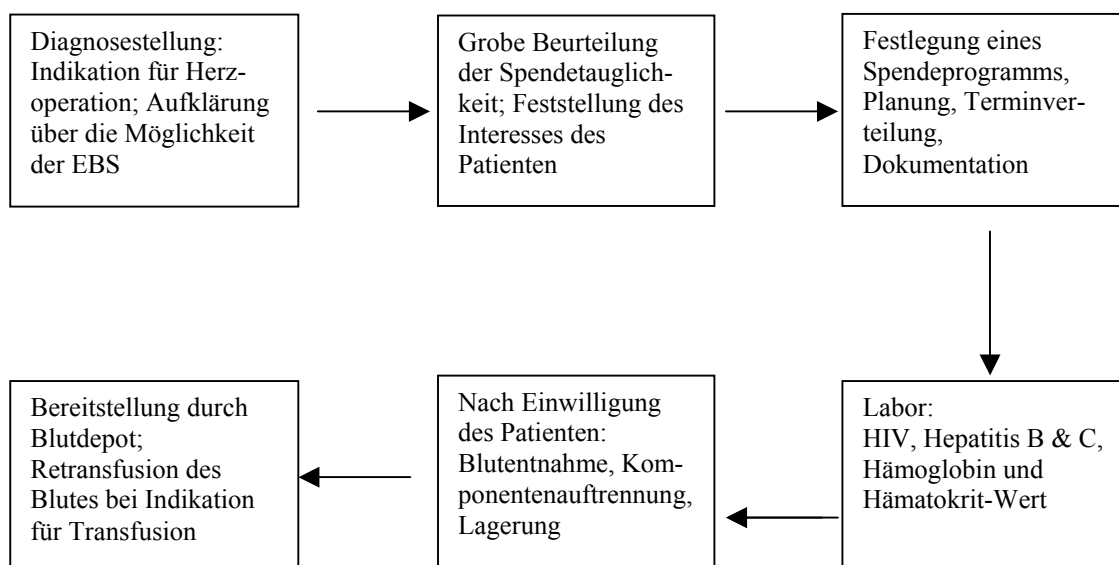
Die Daten von 3031 erwachsenen Patienten wurden prospektiv vom Institut für Anästhesiologie des Deutschen Herzzentrums München (DHM) erhoben. Die Patienten unterzogen sich zwischen Januar 1995 und Juni 1998 im DHM herzchirurgischen Operationen unter Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine. Der Datensatz umfasst die demographischen und klinischen Daten sämtlicher Patienten vom Eintritt der Klinik bis zur Entlassung. Der Datensatz wurde unter Beachtung der Vorschriften des Datenschutzes erhoben und anonymisiert ausgewertet. Zur Analyse wurden die Daten in Eigenblutspender und Nicht- Eigenblutspender aufgeteilt. Weitere Aufteilungen erfolgten nach Geschlecht, Operationsart und der NYHA-Klassifikation, um bei unterschiedlichem präoperativem Morbiditätsstatus mehr Homogenität für die Vergleichsgruppen zu erzielen. Patienten mit einer NYHA IV-Klassifikation wurden aufgrund ihres klinischen Zustandes daher teilweise von den Analysen ausgeschlossen. Transfusionsdaten wurden in Form von intra- und postoperativ transfundierte Anzahl an Blutkonserven (EK, FFP und Thrombozyten) erfasst. Alle gespendeten Eigenbluteinheiten gelten formal als retransfundiert, da die Anzahl verworfener Eigenblutkonserven nicht im Datensatz dokumentiert wurde, bzw. aufgrund eines großzügigeren Transfusionsverhaltens auch gering war. Der postoperative Blutverlust wurde nach 6, 12 und 24 Stunden nach Operationsbeginn erfasst. Die Hb-Konzentration wurde präoperativ, fünf Minuten nach Beginn der extrakorporalen Zirkulation (EKZ), am Operationsende, bei Ankunft auf der Intensivstation, einen Tag nach Ankunft auf der Intensivstation und bei Verlegung von dort gemessen. Erfasst wurde neben dem pO₂ nach Anästhesiebeginn und nach Ankunft auf der Intensivstation auch die Beatmungs- sowie EKZ-Dauer. Zusätzlich wurde der Kreislaufzustand der Patienten vom ersten bis dritten postoperativen Tag, sowie neurologische Auffälligkeiten, das Auftreten eines Psychosyndroms oder letale Ausgänge dokumentiert. Die Daten aller verstorbenen Patienten wurden durch das Studium der Krankenakten ergänzt.

3.2. Durchführung der Eigenblutspende

Abbildung 1 zeigt den Weg von der Aufnahme eines Patienten in die Klinik bis zur Retransfusion autologer Konserven. Die Entscheidung zur Eigenblutspende war abhängig von

Wunsch und Gesundheitszustand des Patienten sowie Transfusionswahrscheinlichkeit und Wartezeit für die Operation. Bei individueller Abschätzung und Kenntnis sowohl der Herzerkrankung als auch des operativen Vorgehens konnte die Eigenblutspende sicher durchgeführt werden. Die Patienten wurden anhand eines standardisierten Bogens aufgeklärt. Die Eigenblutspende am DHM erfolgte entsprechend den Richtlinien der Bundesärztekammer ("Richtlinien," 2000). Je nach Diagnose, körperlicher Verfassung und verfügbarer Zeit bis zum Operationstermin wurden den Patienten präoperativ bis zu vier, im Normalfall zwei bis drei Konserven Eigenblut in etwa wöchentlichen Abständen entnommen. Zur Blutneubildung wurde im Allgemeinen ein zweiwertiges Eisenpräparat per os empfohlen. Es erfolgte einmalig ein routinemäßiges Screening auf HIV 1/2, Hepatitis B und C-Infektionsmarker und eine Bestimmung des Hb-Wertes bei jeder Blutentnahme. Für die Komponentenauftrennung wurden maximal 10 ml/kg /KG Blut steril nach Venenpunktion mit Mehrbeutelsystemen entnommen. Es erfolgte die Zentrifugation des Vollblutes im geschlossenen System und die Herstellung buffycoatfreien EKs und zellarmen FFPs. Letzteres wurde innerhalb von sechs Stunden bei -60°C tiefgefroren. Bei der Plasmapherese wurden 400-600 ml FFP gewonnen, daneben circa 200-300 ml Erythrozyten. Das Eigenblut wurde getrennt von Fremdblutkonserven im Blutdepot des Hauses gelagert. Zur räumlichen Ausstattung und organisatorischen Bedingung der Eigenblutambulanz gehören entsprechende hygienische Voraussetzungen, Sitz- und Liegemöglichkeiten, Entnahmezubehör, notfallmedizinische Versorgung, Überwachungsgeräte sowie Protokollierung und Datenspeicherungsmöglichkeiten der Patientendaten.

Abbildung 1: Verlauf einer präoperativen Eigenblutspende



3.3. Kostenerhebung für Blutprodukte

Um den Kostenaufwand für Eigenblut- und Fremdblutkonserven zu berechnen, wurden direkte Kosten, d.h. die reinen Produktionskosten, verwendet. Anhand der Ausgaben der Kostenstellen des DHM sowie der Berechnung für einzelne Leistungseinheiten wurden variable Kosten, d.h. Sach- und Materialkosten sowie fixe Kosten für Investitionsaufwand, Instandhaltung, Reparaturen und Personalaufwand, in die Kalkulation einbezogen. Indirekte und intangible Kosten wurden hierbei nicht berücksichtigt.

3.3.1. Autologes Blut

Die Kosten, die für die Eigenblutproduktion anfielen, ergaben sich aus mehreren Zwischensummen: der erste Teil besteht aus den variablen Kosten, die für die einzelne Leistungseinheit, d.h. pro Konserve in gleichem Maß anfielen. Dafür wurde sämtliches Material für die Blutentnahme inklusive Volumenersatz bis hin zur Lagerung im Beutel und Retransfusion pro Konserve aufgelistet. Die Kostenerhebung für die einzelnen Posten basiert auf den Einkaufspreisen der Klinik. Die Auskünfte über diese Preise stammen aus den Jahresabrechnungunterlagen der Abteilung für Rechnungswesen des DHM und gelten für den Zeitraum der Datenerhebung. Die Gesamtausgaben entsprechen somit auch dem Produkt aus der Anzahl der Konserven und dem erbrachten Preis pro Konserve. Die Gesamtkosten für weiteres Verbrauchsmaterial (Büroutensilien, Etiketten, Arzneien, Entsorgungsboxen für Nadeln, etc.) wurden aus den Abrechnungslisten der Kostenstelle über denselben Zeitraum entnommen und als Durchschnittswert auf die einzelnen Konserven umgelegt. Die Kosten für die serologische Untersuchung im Labor, bzw. für die Blutgruppenserologie im Blutdepot wurden in Zusammenarbeit mit dem Labor, bzw. dem Blutdepot anhand der Ausgaben der Kostenstelle und dem jeweiligen Aufwand an Personal und Verbrauchsmaterial ermittelt. Als Anteil an den variablen Kosten entfiel somit auf jede Konserve eine Kostenpauschale.

Zweiter Teil der Gesamtkosten für die Herstellung einer Eigenblutkonserve sind die Fixkosten. Für die Ermittlung der Investitionskosten als Teil davon, wurden in Absprache mit der Abteilung für Rechnungswesen des DHM kalkulatorische Abschreibungskosten einbezogen. Dafür wurde der Investitionspreis der Geräte durch die Jahreszahl ihrer Existenzzeit und durchschnittlich abgenommener Konserven pro Jahr dividiert. Da der Datensatz nur bis ein-

schließlich Juni 1998 reicht, wurden die Konservenzahlen für dieses Jahr hochgerechnet und miteinbezogen. Die Eigenblutambulanz besteht seit zehn Jahren, diese Zeit wurde als mittlere Nutzungsdauer für die Geräte angesetzt. Der resultierende Betrag wurde zum Preis der einzelnen Eigenblutkonserve hinzugezählt. Die Produktion von Eigenblut mittels Plasmapherese hat andere Investitionskosten als die Vollblutentnahme, da dafür ein spezielles Gerät bereitsteht, weshalb nur die Kosten für das Plasmapheresegerät einbezogen wurden. Gemeinsame Investitionskosten für Eigenblutspende und Plasmapherese erscheinen in den Kosten für die Eigenblutspende. Für Instandhaltung, Reparatur und Zinsen wurden 13% des Investitionspreises berechnet und ebenfalls zum Preis der einzelnen Konserve addiert. Die Berechnung der Gemeinkosten (Strom, Wasser, etc.) fiel für die Produktion von Eigenblut und Fremdblut etwa in gleichem Umfang an, weshalb sie hier vernachlässigt wurde. Letzter Anteil an den Fixkosten sind die Personalkosten. Da es keine festen zugeteilten Stellen für die Eigenblutambulanz gibt, waren auch keine Fixkosten im herkömmlichen Sinn ermittelbar. Der pro Einzelmaßnahme erhobene Arbeitsaufwand seitens Arzt, Schwester und medizinisch-technischen Assistentin beruht daher auf eigenen Zeitmessungen und wurde zur einzelnen Leistungseinheit addiert, weshalb die Personalkosten von den Fixkosten abgesetzt dargestellt wurden. Das zugrunde liegende Gehalt basiert auf der Lohn- und Gehaltsliste des DHM, nach der die beteiligten ärztlichen und pflegerischen Kräfte im untersuchten Zeitraum bezahlt wurden.

3.3.2. Homologes Blut

Hauptanteil der variablen Kosten für die Fremdbluttransfusion ist der Einkaufspreis der Konserven. Die Preise entstammen den Kostenvergütungen des Bayerischen Roten Kreuzes, des Amtlichen Blutspendedienstes sowie den Verbrauchslisten der Kostenstelle des Blutdepots im untersuchten Zeitraum. Somit konnten eventuell anfallende Differenzbeträge durch Sonderpreise an Krankenhäuser oder aber auch höhere Preise für besonders präparierte Konserven (z.B. leukozytenfiltrierte EKs) in die Berechnungen integriert werden. Nacht- und Feiertagszuschlag für Blut sowie zusätzliche Transportkosten für Taxis außerhalb der Lieferzeiten der Blutspendedienste wurden aus den jeweiligen Gesamtausgaben der Kostenstelle entnommen und als Pauschale auf jede Konserve umgerechnet. Die Erhebung der variablen Kosten für sonstiges Verbrauchsmaterial und Retransfusionsmaterial erfolgte entsprechend dem Eigenblut. Für den Kreuztest und den AK-Suchtest bei wiederholten Transfusionen, den man

durchschnittlich bei jeder zweiten Konserve benötigte, wurde in Zusammenarbeit mit dem Blutdepot anhand des Verbrauchmaterials ein durchschnittlicher Preis errechnet. Bei der Fixkostenberechnung wurden für die Investitionskosten des Blutdepots entsprechend den Eigenblutkosten kalkulatorische Abschreibungskosten verwendet. Das Blutdepot besteht seit 25 Jahren. Dieser Zeitraum wurde als mittlere Nutzungsdauer eingesetzt. Entsprechend den Eigenbluterhebungen wurde für das Jahr 1998 die Fremdblutkonservenzahl ebenfalls hochgerechnet und miteinbezogen. Nach eigenen Angaben entfallen 40% der Tätigkeit im Blutdepot auf die Aufbereitung von Fremdblutkonserven, weitere 10% auf Eigenblutkonserven und 50% der Zeit auf allgemeine Aufgaben für die Klinik, wie z.B. Blutgasanalysen. Daher wurden die Investitionskosten ebenfalls prozentual verteilt. Die Kosten für den Personalaufwand errechnen sich aus der pro Fremdblutkonserve aufgebrauchter Arbeitszeit, beruhend auf dem Gehalt für medizinisch-technische Assistentinnen im DHM.

3.3.3. Präoperative Bereitstellung homologer Konserven

Da für jeden Patienten präoperativ in der Regel zwei Blutkonserven abrufbar sind, wurde eine Kostenpauschale ermittelt. Sie wurde bei allen Patienten in die Berechnungen miteinbezogen, für die präoperativ Blut vorbereitet, intraoperativ aber nicht verwendet wurde; d.h. auch für die Patienten mit nur einer Einheit Eigenblut, da in diesem Fall trotzdem noch eine Fremdblutkonserve zusätzlich bereitgestellt werden musste. Bei Patienten, die nur eine Einheit Fremdblut erhielten, konnten die Bereitstellungskosten in Absprache mit dem Blutdepot vernachlässigt werden, da sie durch den parallel durchgeführten Kreuztest bereits in die Kosten der transfundierten Konserve einkalkuliert wurden. Die Kosten berechneten sich aus den Material für Kreuztest und Sonstiges, sowie Personalaufwand für Kreuztest und Dokumentation.

3.4. Entscheidungsbaumanalyse

3.4.1. Grundsätze

Um die Wahrscheinlichkeit, die Menge und die Kosten von Fremdbluttransfusion in Abhängigkeit von einer eventuell vorherigen Eigenblutspende abschätzen zu können, wurde ein Entscheidungsbaum konzipiert. Im ersten Modell wurden hierfür Mengeneinheiten erhoben,

d.h. das Spende- und Transfusionsverhalten wurde vereinfacht durch Konservenzahlen ausgedrückt. Im zweiten Modell wurden die Mengeneinheiten bewertet, indem man sie mit den Kosten pro Einheit multiplizierte.

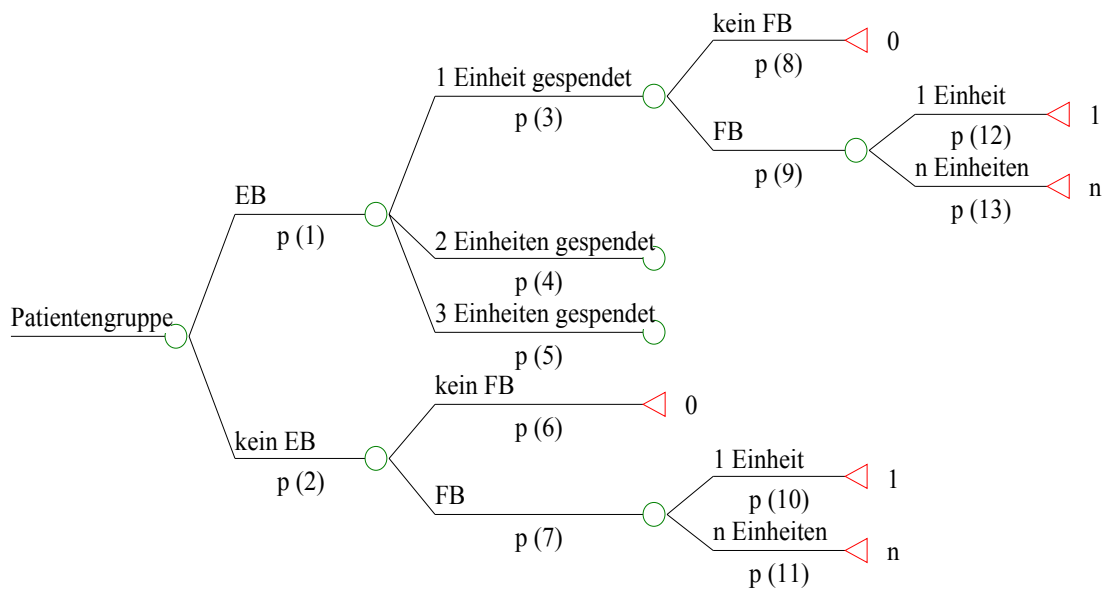
Für jede Diagnosegruppe wurde getrennt nach Geschlecht und NYHA-Gruppe ein spezieller Entscheidungsbaum entworfen. Patienten die vier Einheiten spendeten, wurden wegen der geringen Fallzahl und wegen der schlechten Vergleichbarkeit mit den anderen Patienten von den Analysen ausgeschlossen. Die Wahrscheinlichkeiten errechneten sich aus den Häufigkeitsverteilungen im Datensatz. Ein Entscheidungsbaum beinhaltet drei wesentliche Elemente: Knoten, die dazugehörigen Äste, sowie die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer dieser Äste am Wahrscheinlichkeitsknoten. Der relative Wert eines Astes wird beschrieben durch eine Zahl (hier z.B. Kosten) oder einen Nutzwert (Szucs, T. D., 1995, S.51). Den runden Wahrscheinlichkeitsknoten folgen Häufigkeitsverteilungen. An den dreieckigen Endknoten stehen die relativen Wege eines Astes. Diese relativen Werte werden zum Schluss in einem Zurückfaltverfahren mit den Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Äste multipliziert. So kann ermittelt werden, welcher Pfad den höchsten, respektive niedrigsten kumulierten Wert erhält.

3.4.2. Modell für Blutverbrauch

Abbildung 2 zeigt eine verkürzte Form des Entscheidungsbaumes zur Ermittlung des Transfusionsbedarfs, wie er im Ergebnisteil für unterschiedliche Patientengruppen erstellt wurde. Die Verzweigung am ersten Knoten erfolgt in Eigenblut- und Nicht-Spender. Die folgenden Wahrscheinlichkeitsknoten trennen die Eigenblutspender in Gruppen, je nachdem wie viel Einheiten sie gespendet haben. Die Häufigkeitsverteilungen sind den einzelnen Zweigen zugeordnet, untereinanderstehende Wahrscheinlichkeiten „p“ eines Astes (z.B. $p(1)+p(2)$) ergeben die Zahl eins. In der jeweils letzten Aufzweigung der Spende- bzw. Nichtspendegruppe wird festgehalten, ob und wie viel (zusätzliches) Fremdblut transfundiert wurde. Im Modell wurde die letzte Aufzweigung exemplarisch nur für einen Ast dargestellt. Im Ergebnisteil ist der Endast der beiden Gruppen, entsprechend der erhaltenen Anzahl der Fremdbluteinheiten fünfmal (bzw. wegen größerer Fremdblutmengen sechsmal bei Nicht-Spendern) verzweigt. An den Endknoten stehen die relativen Werte der Zweige, in diesem Fall die Menge der transfundierten Fremdblutkonserven von „eins“ bis „fünf und mehr“. Ab fünf (bzw. „sechs“)

Konserven wurde die durchschnittlich transfundierte Fremdblutmengende für die Patienten dieses Zweiges errechnet und eingesetzt. Beim Zurückfalten des Entscheidungsbaumes wird die Konservenzahl jedes Astes mit der dazugehörigen Wahrscheinlichkeit des Astes multipliziert. Die Ergebnisse untereinanderstehender Äste werden addiert und die Summe wiederum mit der Wahrscheinlichkeit des vorherigen Astes multipliziert. Als Endergebnis ist an jedem Zweig die durchschnittlich verbrauchte Anzahl von Fremdblutkonserven pro Patient abzulesen, sowie die Wahrscheinlichkeit für jeden Patienten, Fremdblut zu erhalten. Beim (im Ergebnisteil) zurückgefalteten Baum bezeichnet „P“ am Endknoten die Häufigkeitsverteilungen für jeden einzelnen Ast im Bezug zum Anfangsast, d.h. die „P“-Werte summieren sich insgesamt zu „1“ bzw. 100%.

Abbildung 2: Modell für Blutverbrauch

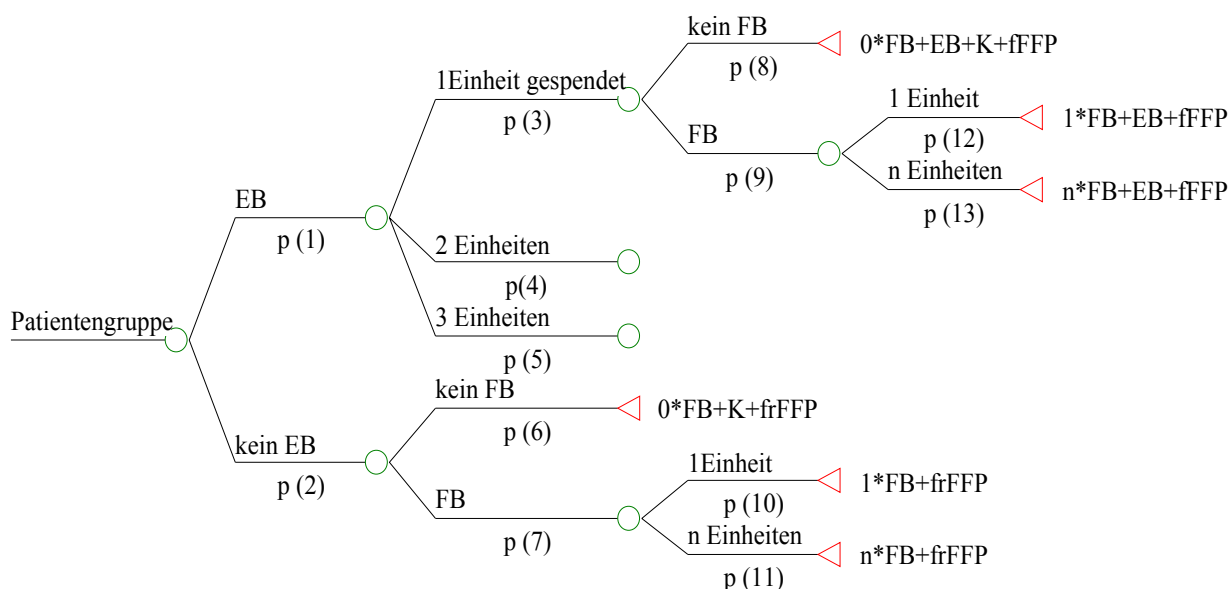


3.4.3. Modell für Finanzmittelverbrauch

Für die Kostenerhebung wurde nur der relative Wert der einzelnen Äste verändert, indem für jede erhaltene Bluteinheit die jeweiligen Kosten eingesetzt wurden. Die Variablen am Endknoten wurden im Computerprogramm intern als Zahlen definiert und beim Zurückfalten des Baumes automatisch eingesetzt. „EB“ bzw. „FB“ entsprechen den Kosten einer Eigenblut- bzw. Fremdblutkonserven. Die Kosten für Plasmapherese wurden in der Entscheidungsbaum-

analyse vernachlässigt, da die sehr hohen Kosten für einige wenige Konserven nicht einzelnen Patientengruppen zugeordnet werden konnten. „K“ ist definiert als die Pauschalkosten für die präoperative Bereitstellung von Fremdblutkonserven durch das Blutdepot. Aufgrund der verhältnismäßig geringen Transfusion von FFP wurde auf eine getrennte Aufschlüsselung in einzelne Einheiten verzichtet. Stattdessen wurde die pro Eigenblutspender durchschnittlich transfundierte Blutmenge an Fremd-FFP („frFFP“) als Mittelwert errechnet und hinzugezählt. Die Nicht-Spender unterschieden sich im durchschnittlichen Fremd-FFP-Bedarf, der pro Patient zu dieser Gruppe addiert wurde, deshalb ist die Variable anders definiert („frFFP“). Beim Zurückfalten des Baumes stehen an jedem Knoten die zu erwartenden Kosten des jeweiligen Astes. Das Ergebnis sind die Kosten für Blutprodukte und Blutbereitstellung, die für jeden einzelnen Patienten der Gruppe anfielen. In Bezug auf alle Patienten ergeben sich daraus die Gesamtkosten, die für Blutprodukte aufgewendet wurden. Aus Platzgründen wurde auf die Wiederholung der Patientenfallzahlen verzichtet.

Abbildung 3: Modell für Finanzmittelverbrauch



3.4.4. Sensitivitätsanalyse

Um eine eventuelle Beeinflussung auf das Ergebnis durch wesentliche Änderungen der Hauptvariablen zu prüfen, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Unter der Annahme, dass je nach Einrichtung, Zeitpunkt der Untersuchung, wirtschaftlichen Einflüssen oder anderen äußeren Gegebenheiten die Kosten für eine Eigenblut- bzw. Fremdblutkonserve steigen bzw. sinken, wurde mit einer Kostendifferenz von $\pm 10\%$ hinsichtlich der Stabilität der Gesamtkosten kalkuliert.

3.5. Berechnung zur Fremdblut- und Kosteneinsparung

Zusätzlich zum Gesamtblutbedarf bei Eigenblut- und Nicht-Spendern mittels Entscheidungsbaumanalyse, wurde anhand dieser Ergebnisse ein eventueller Blutmehrbedarf bei Eigenblutspendern genauer untersucht. Hierbei wurden nur EKs berücksichtigt, da sie den Hauptanteil des Blutbedarfs und des Kostenaufwandes darstellen.

Unter der Fragestellung, wie viele Konserven von Eigen-EKs bei unterschiedlichen Patientengruppen nötig sind, um eine Konserve Fremd-EK einzusparen, wurde die Differenz des Fremdblutbedarfes der Eigenblut- und Nicht-Spender sowie die durchschnittlich pro Patientengruppe gespendete Menge von Eigen-EK ermittelt. Durch Division errechnet sich die Menge Eigenblut, die zur Einsparung eines Fremd-EKs nötig ist.

Durch Multiplikation dieser Menge Eigenblut mit den Kosten pro Eigenblutkonserve ergeben sich die Kosten für Eigenblut pro Patient. Nach Abzug der Kosten pro Fremdblutkonserve bezeichnet der übrige negative, bzw. positive Betrag somit die Kosteneinsparung, bzw. den Kostenmehraufwand für autologe EKs pro Patient.

Da FFPs und die Kostenpauschale für die Bereitstellung von Blutkonserven im Rahmen der Entscheidungsbaumanalyse in die Kostenberechnungen einbezogen wurden, berechneten sich die Gesamtkosten, indem die Kostendifferenz zwischen Eigenblut- und Nicht-Spender pro Patient jeweils mit der Anzahl der Patienten multipliziert wurde. Zu diesen Gesamtkosten wurden zum Schluss die bis dahin nicht einbezogenen Kosten der Patienten, die vier Einheiten Eigenblut spendeten, addiert. Unter Ausklammerung einiger Patienten mit diesbezüglich fehlenden Daten wurden daraus die Gesamtkosten für Blutprodukte und Blutbereitstellung im DHM von 1995 bis Juni 1998 berechnet.

3.6. Statistische Analyse

Die erhobenen Daten wurden mit Unterstützung des Institutes für Medizinische Statistik und Epidemiologie der medizinischen Fakultät der Technischen Universität München ausgewertet. Die tabellarische Darstellung der Patientendaten erfolgte in Häufigkeiten und Prozentangabe oder in Mittelwert mit Standardabweichung. Für Berechnungen in den Entscheidungsbaumanalysen wurde der Mittelwert benutzt. Als statistisches Testverfahren für den Vergleich von unverbundenen Stichproben wurde der ungepaarte t-Test, für dichotome Merkmale der Chi-Quadrat-Test verwendet. Ein p-Wert unter 0,05 wurde als signifikant angesehen.

3.7. Computerprogramme

Der Datensatz wurde im Statistikprogramm Statview, Version 5,0 erstellt und bearbeitet (SAS-Institute, Inc. in Cary, NC, USA). Die Daten zur Berechnung des Blutverbrauchs und Finanzmittelaufwands mittels Entscheidungsbaum inklusive Sensitivitätsanalyse wurden im Programm TreeAge, Version 3,0 weiterverarbeitet (TreeAge Software, Inc., Williamstown, MA, USA). Als Programm zur Online-Recherche, Datenimport und Erstellung des Literaturverzeichnisses wurde Endnote, Version 3,0 (Niles Software, Inc. Berkeley, CA, USA) verwendet. Die Kostentabellenerstellung erfolgte in Microsoft Excel, die Textverarbeitung in Microsoft Word 2000 (jeweils Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

4. Ergebnisse

4.1. Patientendaten

4.1.1. Demographische Daten

Der Datensatz erstreckt sich über den Zeitraum von Beginn des Jahres 1995 bis einschließlich Juni 1998. Er umfasst insgesamt 3031 Patienten, davon 2031 männliche und 1000 weibliche. Insgesamt wurden 1651 Patienten aufgrund einer koronaren Herzerkrankung (KHE) operiert, gefolgt von 536 Patienten mit Aortenvitien und 259 Patienten mit Mitralklappen-; 79 Patienten hatten einen operationsbedürftigen Vorhofseptumdefekt (ASD), 62 Patienten ein Aorta ascendens Aneurysma. Die restlichen Patienten litten unter seltenen oder gleichzeitig mehreren verschiedenen Herzerkrankungen, wie z.B. Cardiomyopathien, Tumoren oder kombinierten Klappen- und Aortenvitien. Insgesamt wurden 2346 Patienten präoperativ je nach Schweregrad der Krankheit mittels der NYHA-Klassifikation von I bis IV beurteilt. Bei den verbleibenden Patienten fehlten Angaben über den Schweregrad ihrer Erkrankung in den Unterlagen. Auf die NYHA-Gruppen II und III entfallen insgesamt 82,5% aller Patienten, während die Patienten mit NYHA I mit 7,4% einen noch geringeren Anteil am Kollektiv hatten als die NYHA IV-klassifizierten Patienten mit 10,4%.

Tabelle 1: Geschlecht, Alter und Gewicht aller Patienten

	<i>Männlich</i>	<i>Weiblich</i>	<i>Gesamt</i>
Anzahl (n)	2031 (67%)	1000 (33%)	3031 (100%)
Alter (Jahre)	61,3 ± 12,9	64,0 ± 14,5	62,2 ± 13,5
Gewicht (kg)	78,7 ± 11,6	65,2 ± 11,3	74,2 ± 13,1

Tabelle 2: Diagnose und Geschlecht

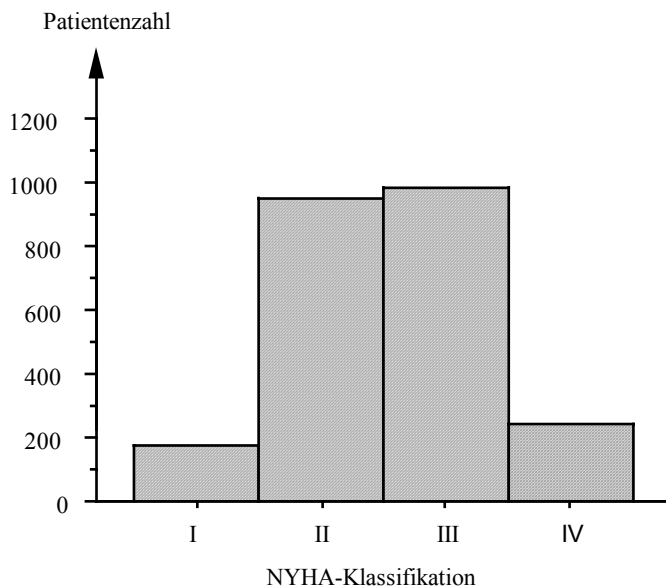
	<i>Männlich</i>	<i>Weiblich</i>	<i>Gesamt</i>
Aorta asc. A.	44 (2,2%)	18 (1,8%)	62 (2,0%)
Aortenvitien	333 (16,4%)	203 (20,3%)	536 (17,7%)
ASD	27 (1,3%)	52 (5,2%)	79 (2,6%)
KHE	1289 (63,5%)	362 (36,2%)	1651 (54,4%)
Mitralvitien	97 (4,8%)	162 (16,2%)	259 (8,5%)
Anderes	241 (11,8%)	203 (20,3%)	444 (14,7%)
Diagnose (n)	2031 (100%)	1000 (100%)	3031 (100%)

Tabelle 3: NYHA-Klassifikation und Geschlecht

	<i>Männlich</i>	<i>Weiblich</i>	<i>Gesamt</i>
NYHA I	121 (7,7%)	53 (6,8%)	174 (7,4%)
NYHA II	692 (44,3%)	258 (33,0%)*	950 (40,5%)
NYHA III	605 (38,7%)	379 (48,5%)*	984 (42,0%)
NYHA IV	146 (9,3%)	92 (11,7%)	238 (10,1%)

*p<0,05 männlich versus weiblich

Abbildung 4: Verteilung nach NYHA



4.1.2. Daten zur Eigenblutspendefrequenz

Insgesamt 766, d.h. 25% der Patienten, 550 männliche und 216 weibliche, spendeten präoperativ Eigenblut, davon 84 Patienten mittels Plasmapherese. Am häufigsten wurden zwei bis drei Einheiten gespendet. Die Anzahl der Patienten blieb über die Jahre etwa gleich.

Tabelle 4: Verteilung nach Eigenblut- und Nicht-Spender

	<i>Eigenblut</i>	<i>Kein Eigenblut</i>	<i>Gesamt</i>
Männlich	550 (27%)	1481 (73%)	2031 (100%)
Weiblich	216 (22%)	784 (78%)	1000 (100%)
Anzahl (n)	766 (25%)	2265 (75%)	3031 (100%)

Tabelle 5: Diagnose und Eigenblut- und Nicht-Spender

	<i>Eigenblutspender</i>	<i>Nicht-Spender</i>	<i>Gesamt</i>
Aorta asc. An.	9 (1,2%)	53 (2,3%)	62 (2,0%)
Aortenvitien	176 (23,0%)	360 (15,9%)	536 (17,7%)
ASD	45 (5,9%)	34 (1,5%)	79 (2,6%)
KHE	394 (51,4%)	1257 (55,5%)	1651 (54,5%)
Mitralvitien	64 (8,3%)	195 (8,6%)	259 (8,5%)
Anderes	78 (10,2%)	366 (17,1%)	444 (14,7%)
Diagnose (n)	766 (100%)	2265 (100%)	3031 (100%)

Tabelle 6: NYHA-Klassifikation und Eigenblut- und Nicht-Spender

	<i>Eigenblutspender</i>	<i>Nicht-Spender</i>	<i>Gesamt</i>
NYHA I	88 (14,5%)	86 (4,9%)*	174 (7,4%)
NYHA II	349 (57,4%)	601 (34,6%)*	950 (40,5%)
NYHA III	164 (27,0%)	820 (47,2%)*	984 (41,9%)
NYHA IV	7 (1,1%)	231 (13,3%)*	238 (10,2%)

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

Tabelle 7: Anzahl der gespendeten Eigenbluteinheiten

<i>Anzahl Eigenblutspenden (U)</i>	<i>Eigenblutspender (%)</i>
1	85 (11%)
2	178 (23%)
3	472 (62%)
4	31 (4%)
Gesamt	766 (100%)

Tabelle 8: Jährliche Patientenzahlen und Eigenblutspendefrequenz

	<i>Patientenzahl gesamt (n)</i>	<i>Eigenblut- spender (%)</i>	<i>Gespendete Eigenbluteinheiten (U)</i>
1995	743	247 (33,2%)	671
1996	740	206 (27,8%)	581
1997	1081	205 (19,0%)	480
1998 (-6/98)	467	108 (22,7%)	251
Gesamt	3031	766 (100%)	1983

4.1.3. Präoperative Eigenblutspende

Bei der präoperativen Eigenblutspende traten keine ernsteren Komplikationen auf. Hauptproblem waren schlechte Venenverhältnisse, die zur Verzögerung und Behinderung der Blutabnahme führten. Nach der Blutspende erlitten 62 Patienten eine orthostatische Reaktion ohne schwerwiegende Folgen. Neun Eigenblut-Patienten hatten präoperativ durch die Blutspende einen Hb-Wert < 105 g/l. Vier Patienten wurden trotz geplanter Eigenblutspende wieder von ihr ausgeschlossen, da sie noch vor dem geplanten Spendetermin unter Angina pectoris litten. Im Rahmen der Eigenblutspende-Untersuchung wurden zehn weitere Patienten wegen ihres schlechten Allgemeinzustandes nicht zur Blutspende zugelassen, was daher nicht als Komplikation, sondern eher als Filterfunktion der Eigenblutambulanz anzusehen ist. Neun weitere, zur Eigenblutspende entschlossene Patienten, starben während der präoperativen Wartezeit unabhängig von der Eigenblutspende.

Tabelle 9: Präoperative Besonderheiten bei Eigenblutspendern

<i>Komplikation</i>	<i>Patientenzahl (%)</i>
Keine Komplikationen	633 (82,6%)
Schlechte Venen bei Eigenblutspende	39 (5,1%)
Orthostatische Reaktion nach Eigenblutspende	62 (8,1%)
Niedriger Hb präoperativ	9 (1,2%)
Vorzeitige Klinikeinweisung wegen schlechtem Allgemeinzustand	10 (1,3%)
Verstorben während präoperativer Wartezeit (unabhängig von EBS)	9 (1,2%)
Keine Eigenblutspende wegen Angina pectoris (unabhängig von EBS)	4 (0,5%)

4.2. Analyse der klinischen Parameter

4.2.1. Perioperative Daten und Hämoglobin-Verläufe

Die Eigenblut- und Nicht-Spender wurden einmal als Kollektiv verglichen, einmal unter Ausschluss der NYHA IV-Patienten. Bezüglich Blutverlust und Beatmungsdauer unterschieden sich die Gruppen im Kollektiv signifikant, aber nicht signifikant unter Ausschluss der NYHA IV-Patienten. Die Eigenblutspender hatten jedoch einen signifikant niedrigeren präoperativen Hb-Wert, aber gleichzeitig einen signifikant höheren postoperativen Hb-Wert nach Retransfusion des präoperativ entnommenen Blutes. Wendepunkt war jeweils die Zeit zwischen Verlegung aus dem Operationssaal und der ersten Hb-Messung auf der Intensivstation. Eine weitere Trennung nach Geschlecht zeigte für die männlichen Patienten das gleiche Ergebnis, bei den weiblichen Patienten waren die postoperativen Hb-Werte nicht signifikant unterschiedlich.

Tabelle 10: Vergleich klinischer Parameter von Eigenblut- und Nicht-Spendern (Alle)

	<i>Eigenblut- spender</i>	<i>Nicht- Spender</i>	<i>Patienten- zahl (n)</i>
EKZ-Dauer (Min.)	97,9 ± 39,3	107,5 ± 43,7*	2999
Beatmungsdauer (Std.)	11,0 ± 9,2	11,9 ± 6,7*	2708
Gesamtblutverlust (ml)	738,5 ± 527,5	827,4 ± 893,0*	2731
Hb: präoperativ (g/l)	130 ± 13	135 ± 19*	2972
Hb: 5 Min. EKZ (g/l)	74 ± 12	76 ± 14*	2942
Hb: Verlegung OP (g/l)	108 ± 16	107 ± 16	2579
Hb: Ankunft Intensiv (g/l)	115 ± 17	112 ± 17*	2803
Hb: 1. postop. Tag (g/l)	117 ± 14	112 ± 13*	2801
Hb: Verlegung Intensiv (g/l)	115 ± 15	110 ± 15*	2575

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

Tabelle 11: Vergleich klinischer Parameter von Eigenblut- und Nicht-Spendern (Ausschluss NYHA IV-Patienten)

	<i>Eigenblut- spender</i>	<i>Nicht- Spender</i>	<i>Patienten- zahl (n)</i>
EKZ-Dauer (Min.)	97,9 ± 38,6	105,4 ± 41,2*	2089
Beatmungsdauer (Std.)	11,0 ± 9,7	11,4 ± 6,1	1934
Gesamtblutverlust (ml)	751,5 ± 558,0	800,7 ± 890,4	1931
Hb: präoperativ (g/l)	130 ± 13	137 ± 17*	2095
Hb: 5 Min. EKZ (g/l)	74 ± 12	77 ± 13*	2068
Hb: Verlegung OP (g/l)	108 ± 16	107 ± 16	1824
Hb: Ankunft Intensiv (g/l)	115 ± 17	113 ± 17*	1977
Hb: 1. postop. Tag (g/l)	117 ± 14	112 ± 13*	1976
Hb: Verlegung Intensiv (g/l)	115 ± 15	111 ± 15*	1813

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

Abbildung 5: Hb-Verlauf der Eigenblut- und Nicht-Spender
(Mittelwert \pm SD)

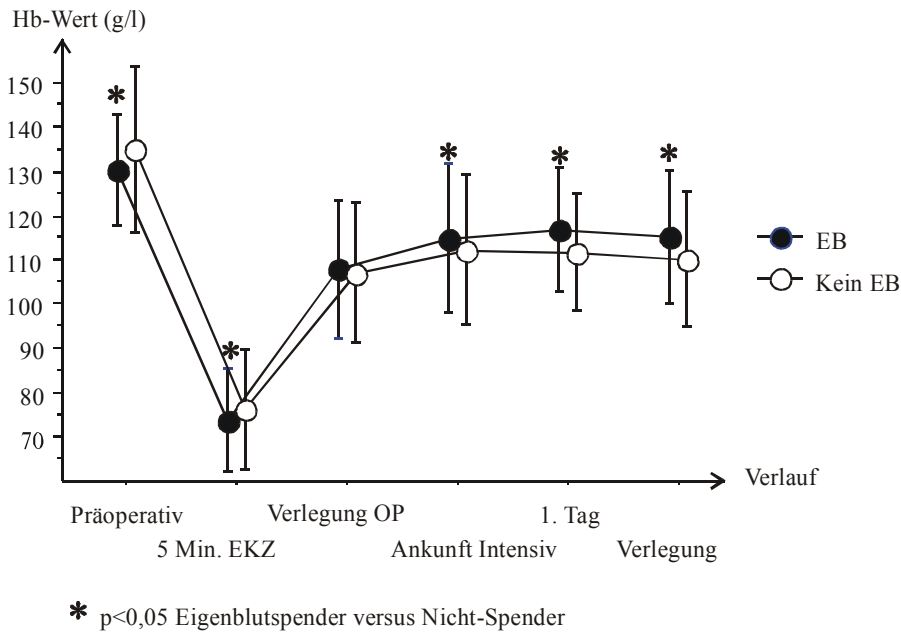


Tabelle 12: Hb-Werte der Eigenblut- und Nicht-Spender (Ausschluss NYHA IV-Patienten, männlich)

	<i>Eigenblut- spender</i>	<i>Nicht- Spender</i>	<i>Patienten- zahl (n)</i>
Hb: präoperativ (g/l)	133 \pm 12	141 \pm 17*	1408
Hb: 5 Min. EKZ (g/l)	77 \pm 11	81 \pm 12*	1388
Hb: Verlegung OP (g/l)	109 \pm 16	108 \pm 16	1214
Hb: Ankunft Intensiv (g/l)	116 \pm 17	114 \pm 17*	1327
Hb: 1.postop.Tag (g/l)	118 \pm 14	112 \pm 13*	1335
Hb: Verlegung Intensiv (g/l)	116 \pm 16	111 \pm 15*	1216

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

Tabelle 13: Hb-Werte der Eigenblut- und Nicht-Spender (Ausschluss NYHA IV-Patienten, weiblich)

	<i>Eigenblut- spender</i>	<i>Nicht- Spender</i>	<i>Patienten- zahl (n)</i>
Hb: präoperativ (g/l)	123 ± 12	129 ± 16*	687
Hb: 5 Min. EKZ (g/l)	66 ± 10	69 ± 12*	680
Hb: Verlegung OP (g/l)	105 ± 16	104 ± 16	610
Hb: Ankunft Intensiv (g/l)	112 ± 16	111 ± 16	650
Hb: 1.postop.Tag (g/l)	113 ± 13	112 ± 14	641
Hb: Verlegung Intensiv (g/l)	112 ± 13	111 ± 16	597

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

4.2.2. Postoperative klinische Verläufe

Die folgende Tabelle zeigt die Daten der Patienten in Bezug auf neurologische Auffälligkeiten, Psychosyndrom, sowie letale Verläufe bis zu 30 Tagen postoperativ. Die absoluten Patientenzahlen wurden durch prozentuale Angaben bezüglich der Patientenzahlen der Eigenblut- bzw. Nicht-Spender (fehlende Patienten eingeschlossen) ergänzt. Die Variablen wurden nicht für alle Patienten erfasst. Die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf alle erfassten Patienten. Es gab kein signifikant gehäuftes Auftreten von neurologischen Auffälligkeiten oder eines Psychosyndroms in einer der beiden Gruppen. Unter Beachtung der geringeren Fallzahlen war die Letalitätsrate bei den Nicht-Spendern signifikant höher als bei den Eigenblutspendern. Daher wurde eine gesonderte Analyse der verstorbenen Patienten durchgeführt. Unter Ausschluss der NYHA III und IV-Patienten wurden für die übrigen 31 Patienten die Krankenakten hinzugezogen. Acht Patienten waren Eigenblutspender, 23 Patienten Nicht-Spender. Soweit Unterlagen vorhanden waren, zeigte sich, dass fünf der acht verstorbenen Eigenblutspender zusätzliches Fremdblut erhalten hatten. Die häufigste Todesursache der NYHA I und II-Gruppe war zu 20% eine Sepsis, weitere Ursachen waren elektromechanische Entkopplung, Kreislaufstillstand durch Asystolie, cerebrale Blutung oder Nachblutung aus dem Operationsgebiet.

Tabelle 14: Neurologische Auffälligkeiten, Psychosyndrom, letale Ausgänge postoperativ

<i>Klinische Parameter</i>	<i>Eigenblut-spender (%)</i>	<i>Nicht-Spender (%)</i>	<i>Patientenzahl gesamt</i>
Neurologisch auffällig	9 (1,2%)	42 (1,8%)	2963 (100%)
Psychosyndrom	20 (2,6%)	63 (2,8%)	2963 (100%)
Verstorben	15 (2,0%)	128 (5,6%)*	680 (100%)

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

4.3. Untersuchung des Fremdblutverbrauchs

4.3.1. Bilanz des Fremdblutverbrauchs

Insgesamt lag die durchschnittliche Transfusionswahrscheinlichkeit für homologes Blut bei Nicht-Eigenblutspendern zwischen 46% und 87%. Bei der Vergleichsgruppe der Eigenblutspender konnte die Wahrscheinlichkeit, fremdes Blut zu erhalten, auf 7% bis 38% signifikant gesenkt werden.

Der Gesamtbedarf an homologen Konserven war 1995 und 1996 etwa gleich und stieg 1997 etwas an. Die Gesamtmenge bezieht sich auf alle Patienten, die pro Jahr operiert wurden. Die folgenden Tabellen zeigen den unterschiedlichen Fremdblutbedarf bei Eigenblut- und Nicht-Spendern. Die Eigenblutpatienten hatten (außer bei der Operation von ASD und Aorta ascendens Aneurysmen) einen signifikant niedrigeren Fremdblutverbrauch als Nicht-Spender. Die Prozentangaben beziehen sich auf die jeweilige Diagnosegruppe.

Tabelle 15: Häufigkeit für Fremdbluttransfusion bei Eigenblutspendern und Nicht-Spendern

	<i>Eigenblutspender(%)</i>	<i>Nicht-Spender (%)</i>
Männliche Patienten (Alle)	14%	52%*
Weibliche Patienten (Alle)	22%	80%*
Männlich KHE, NYHA I-III	13%	51%*
Weiblich KHE, NYHA I-III	38%	87%*
Männlich AKE, NYHA I-III	7%	46%*
Weiblich AKE, NYHA I-III	26%	82%*

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

Tabelle 16: Fremdblutverbrauch pro Jahr

	<i>Patientenzahl (n)</i>	<i>Fremdblut- verbrauch (U)</i>
1995	743	1432
1996	740	1454
1997	1081	1553
1998 (-6/98)	467	713
Gesamt	3031	5152

Tabelle 17: Fremdblutbedarf der Eigenblut- und Nicht-Spender abhängig von Diagnose

	<i>Patienten- zahl (n)</i>	<i>Fremdblut- verbrauch gesamt (U)</i>	<i>Fremdblut- bedarf pro Patient (U)</i>
Alle Patienten – EB	724 (25,5%)	360	0,5 ± 1,6*
– kein EB	2108 (74,5%)	4792	2,3 ± 3,4*
Aorta asc. A. – EB	9 (16,7%)	19	2,1 ± 4,4
– kein EB	45 (83,3%)	148	3,3 ± 5,4
Aortenvitien – EB	165 (32,2%)	50	0,3 ± 0,9*
– kein EB	347 (67,8%)	749	2,2 ± 2,9*
ASD – EB	39 (57,4%)	0	0 ± 0
– kein EB	29 (42,6%)	4	0,1 ± 0,5
KHE – EB	372 (33,0%)	228	0,6 ± 1,8*
– kein EB	1177 (77,0%)	2428	2,1 ± 2,9*
Mitralvitien – EB	62 (24,8%)	25	0,4 ± 1,2*
– kein EB	188 (75,2%)	554	2,9 ± 4,2*
Anderes – EB	77 (19,3%)	38	0,5 ± 1,2*
– kein EB	322 (80,7%)	909	2,8 ± 4,5*

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

4.3.2. Bilanz des Frischplasmaverbrauchs

Die folgenden Tabellen zeigen den Fremd-FFP-Bedarf der Patienten, die Fremd-FFP erhielten. Insgesamt waren dies nur 11,9% aller Patienten. Der Anteil bei den Eigenblut-Spendern lag bei 4,7%, bei den Nicht-Spendern bei 14,3%. Da der Fremd-FFP-Bedarf im Vergleich zu Fremd-EKs verhältnismäßig gering war, wurde er nicht für jeden Patienten aufgelistet, sondern ein Durchschnittswert für die jeweils in den Entscheidungsbäumen untersuchten Patientengruppen ermittelt. Ausgeschlossen wurden die Patienten, die vier Einheiten Eigenblut spendeten. Die Unterschiede zwischen Eigenblutspendern und Nicht-Spendern waren nicht signifikant für die weiblichen Patienten mit Aortenvitien und KHE.

Tabelle 18: Gesamtverbrauch von Fremd-FFP

	<i>Patienten-</i> <i>zahl (%)</i>	<i>Fremd-FFP</i> <i>gesamt (U)</i>	<i>Fremd-FFP-Bedarf</i> <i>pro Patient (U)</i>
EB-Spender	36 (1,3%)	132	3,67 ± 3,37*
Nicht-Spender	323 (11,2%)	1400	4,33 ± 5,12*
Kein Fremd-FFP	2523 (87,5%)		

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

Tabelle 19: Durchschnittlicher Verbrauch von Fremd-FFP

	<i>EB-Spender-Bedarf (U)</i>	<i>Nicht-Spender-Bedarf (U)</i>
Alle Patienten (n)	0,16 ± 0,88	0,65 ± 2,51*
Männlich	0,16 ± 0,90	0,67 ± 2,69*
Weiblich	0,15 ± 0,80	0,62 ± 2,15*
KHE	0,15 ± 0,86	0,46 ± 2,15*
Männlich	0,13 ± 0,75	0,46 ± 2,22*
Weiblich	0,33 ± 1,37	0,47 ± 1,95
Aortenvitien	0,07 ± 0,53	0,51 ± 1,79*
Männlich	0,08 ± 0,62	0,55 ± 1,72*
Weiblich	0,06 ± 0,30	0,44 ± 1,91

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

4.4. Fremdbluteinsparung durch Eigenblut

4.4.1. Reduktion des Fremdblutbedarfs durch Eigenblut

Insgesamt verbrauchten die 2108 Patienten, die kein Eigenblut spendeten, im untersuchten Zeitraum 4792 Fremd-EKs, d.h. jeder Patient, der kein Eigenblut spendete, benötigte durchschnittlich 2,3 Konserven Fremdblut. Da die 724 Eigenblutspender insgesamt nur 360 Fremd-EKs, d.h. 0,5 Konserven pro Patient verbrauchten, ergibt sich daraus für die Nicht-Spender ein Mehrbedarf an Fremdblut von 1,8 (\pm SD) Fremd-EKs pro Patient.

Hätten die 724 Patienten der Eigenblutspendegruppe jedoch kein Eigenblut gespendet, hätten sie analog dem Blutverbrauch der Nicht-Spender hypothetisch 1645 Fremdblutkonserven im untersuchten Zeitraum verbraucht. Theoretisch wurden somit rein rechnerisch 1285 Konserven Fremdblut durch die Eigenblutspende gespart. Der Mehrbedarf an Fremdblut bei den Nicht-Spendern lag im Vergleich zu den Nichtspendern mit 1,8 Fremd-EKs pro Patient im untersuchten Zeitraum somit bei insgesamt 3744 Einheiten. Entsprechend betrug der Mehrbedarf an Fremd-FFP bei den Nicht-Spendern 0,7 (\pm SD) Fremd-FFPs pro Patient, insgesamt also 1012 Fremd-FFPs.

Tabelle 20: Eingespartes Fremdblut (gesamt, von 1995-6/98)

	<i>Fremd-EK (U)</i>	<i>Fremd-FFP (U)</i>
Alle Patienten – EB	360	132
– kein EB	4792	1400
Fremdblut-Mehrverbrauch der Nicht-Spender (pro Patient)	3744 (1,8)	1012 (0,7)
Eingespartes Fremdblut durch Eigenblut (pro Patient)	1285 (1,8)	344 (0,7)

Folgende Tabelle zeigt die durchschnittlich ermittelte Menge an Eigenblut-EKs, die zur Einsparung eines EKs Fremdblut benötigt wurde.

Die Patienten wurden nach Diagnose und Risikogruppe (NYHA) weiter unterteilt. Die Ergebnisse für die Untergruppierungen errechneten sich aus dem Datensatz, teilweise bereits auch aus den folgenden Entscheidungsbaumanalysen. Ausgeschlossen wurden Patienten, die vier Einheiten Eigenblut spendeten.

Aus der Differenz des Fremdblutverbrauchs der Eigenblutspender und Nicht-Spender und der durchschnittlich gespendeten Eigenblut-Einheiten errechnete sich jeweils die Menge Eigenblut, die zur Einsparung einer Einheit Fremdblut benötigt wurde. Ein Eigenblutpatient spendete durchschnittlich 2,5 Einheiten Eigenblut und erhielt 0,5 Einheiten Fremd-EK. Ein Nicht-Spender bekam durchschnittlich 2,3 Fremdblutkonserven, umgerechnet ersetzten also durchschnittlich 1,4 Einheiten Eigenblut ein Fremdblut-EK.

Die Werte der einzelnen Patientengruppen schwankten teilweise stark: die Berechnung bei den männlichen KHE-Patienten zeigt, dass bis zu 3,2 Einheiten Eigenblut nötig werden können, um eine Fremdblutkonserve zu ersetzen. In der Gesamtgruppe der weiblichen Patienten ohne NYHA-Einteilung ersetzte eine Eigenblut-EK eine Fremdblut-EK. Als letztes Beispiel zeigen die ASD-Patienten mit 13 Einheiten eine sehr große Menge Eigenblut, um eine Konserve Fremdblut einzusparen.

Tabelle 21: Benötigte Eigenblutmenge zur Einsparung einer Fremdblutkonserve

	<i>Differenz FB-Bedarf - mit/ ohne EB (U)</i>	<i>Anzahl EB-Spenden (U)</i>	<i>EB-Menge (U) zur Einsparung eines FB-EK</i>
Alle Patienten	1,8	2,5	1,4
Männlich	1,6	2,6	1,6
- NYHA I-II	0,9	2,6	2,9
Weiblich	2,2	2,3	1,0
- NYHA I-II	1,4	2,3	1,6
Männlich KHE	1,3	2,6	2,0
- NYHA I-III	1,1	2,6	2,3
- NYHA I-II	0,8	2,6	3,2
Weiblich KHE	1,7	2,3	1,3
- NYHA I-III	1,6	2,3	1,4
- NYHA I-II	1,1	2,3	2,0
Männlich Aortenvitien	1,8	2,8	1,6
- NYHA I-III	1,5	2,8	1,9
Weiblich Aortenvitien	2,1	2,4	1,1
- NYHA I-III	1,9	2,4	1,3
Alle KHE und Klappenvitien	1,5	2,6	1,7
- NYHA I-III	1,6	2,6	1,6
Alle, ohne ASD, NYHA I-III	1,7	2,6	1,5
Alle ASD	0,1	1,8	13,0

4.4.2. Entscheidungsbaumanalyse

Die beiden ersten Entscheidungsbäume zeigen eine Bilanz des Blutverbrauchs aller Patienten. Nach differenzierter Einteilung folgen die Bäume der KHE-Patienten mit NYHA I bis III. Im Anhang finden sich Bäume der KHE-Patienten ohne NYHA-Verteilung bzw. Ausklammerung der NYHA-Klassen III und IV. Bei all diesen Patienten konnte die Inzidenz homologer Transfusionen durch die Eigenblutspende signifikant gesenkt werden. Da die ASD-Patienten

aufgrund ihres jungen Alters und guten körperlichen Zustands eine Sonderrolle haben, sind bezüglich des Fremdblutbedarfs von männlichen und weiblichen Patienten keine signifikanten Unterschiede zu erwarten. Es erfolgte daher keine Unterteilung nach Geschlechtern.

„P“ am Ende jeder Verzweigung beschreibt die Häufigkeit eines jeden Astes im Bezug zum Anfangsast; „n“ bezeichnet die Patientenfallzahlen (nähere Erläuterungen des Entscheidungsbaumkonzeptes in Methodik, Kapitel 3.4.).

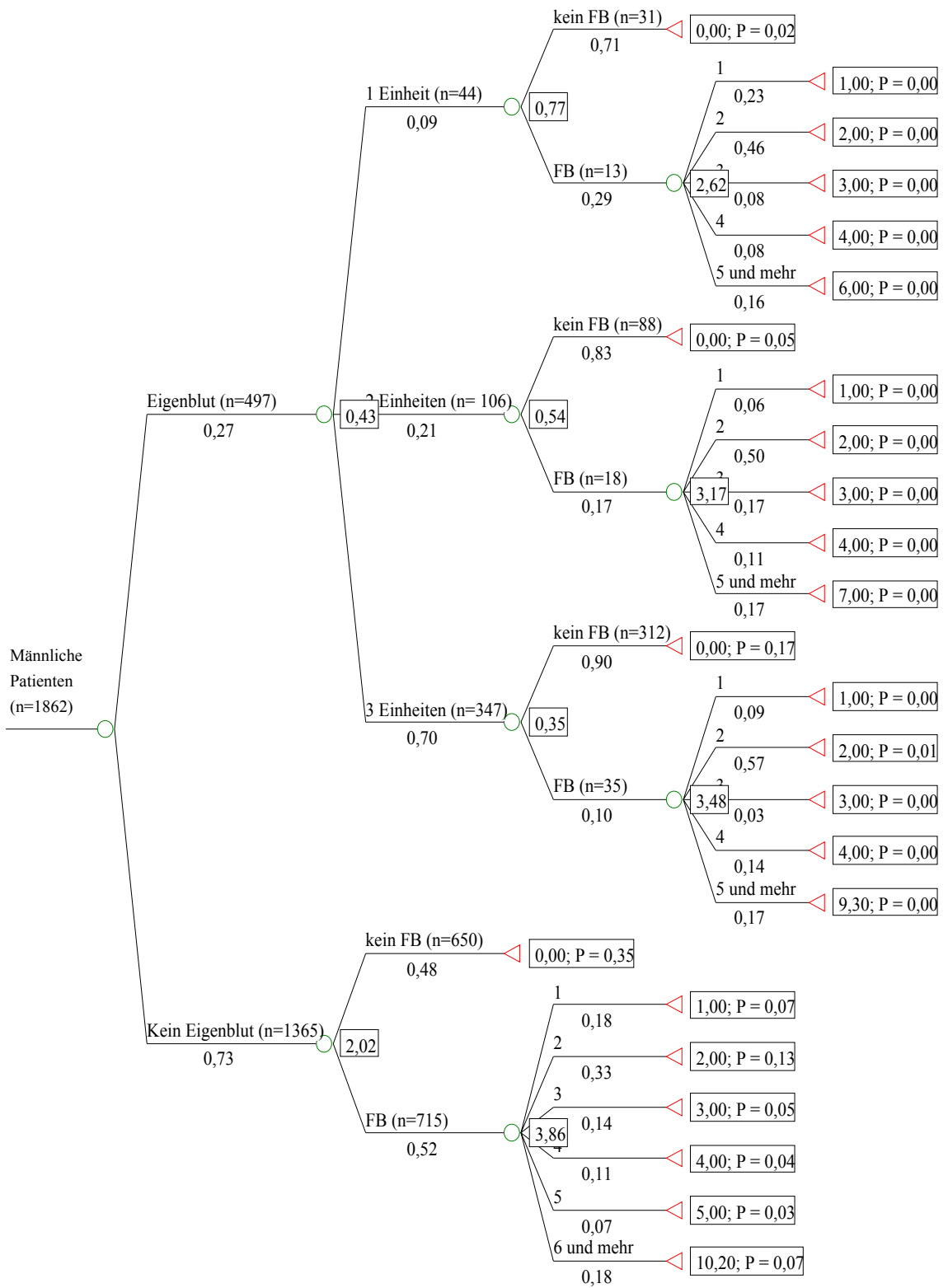
Zu Baum 1 und 2: Alle Patienten:

Der durchschnittliche Fremdblutbedarf eines männlichen Patienten, der präoperativ Eigenblut spendete, betrug 0,43 EKs, im Vergleich zu 2,02 EKs bei Patienten ohne Eigenblutspende, also einer Differenz von 1,59 Konserven. Männliche Patienten, die sich einer Herzoperation unterzogen und kein Eigenblut spendeten, wurden mit einer Wahrscheinlichkeit von 52% transfundiert, Eigenblutspender mit 14%. Die Fremdblutmenge, sowie die Wahrscheinlichkeit für die Eigenblutspender, Fremdblut zu erhalten, sank mit steigender Spendefrequenz.

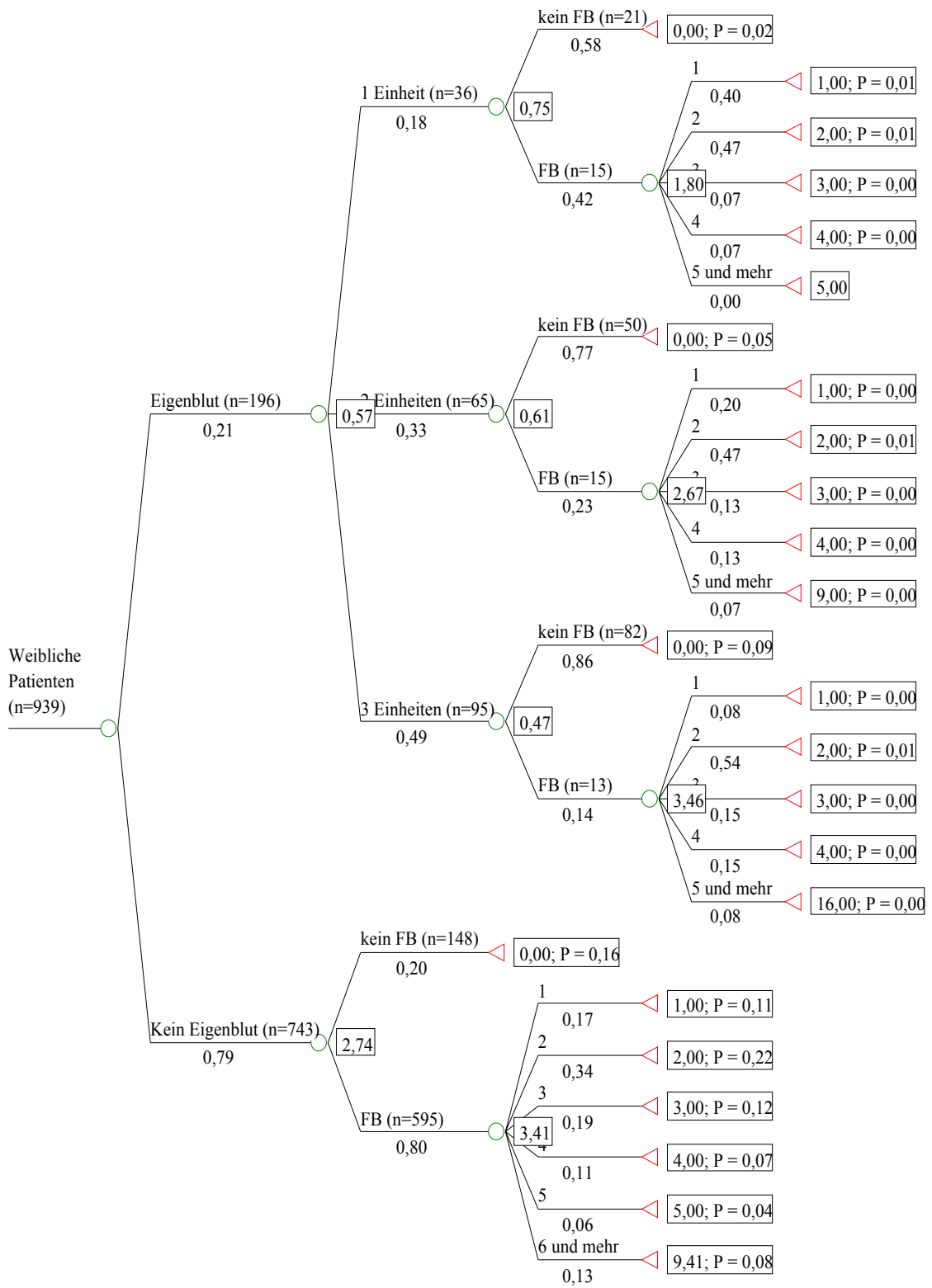
Bei den weiblichen Patienten, die ohne Eigenblutspende mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% transfundiert wurden, lag der Fremdblutbedarf insgesamt höher als bei männlichen Patienten. Während die Wahrscheinlichkeit für eine Fremdbluttransfusion nur 22% und der Durchschnittsbedarf an Fremdblut in der Eigenblutspendegruppe durchschnittlich 0,57 EKs betrug, waren es 2,74 EKs bei den Patientinnen ohne Eigenblutspende, eine Differenz von durchschnittlich 2,17 EKs, die pro Eigenblutpatient eingespart wurde. Ebenso sank mit steigender Eigenblutspendefrequenz, die Wahrscheinlichkeit von Fremdbluttransfusionen. Am häufigsten wurden sowohl bei den Eigenblutspendern, als auch bei den Nicht-Spendern, unabhängig von ihrer Spendefrequenz, zwei Konserven Fremdblut transfundiert. Bereits mit einer Einheit Eigenblut konnte in beiden Gruppen das Risiko einer Fremdbluttransfusion signifikant gesenkt werden, wobei zwei oder drei Einheiten keine signifikante Verbesserung gegenüber einer Einheit waren (vgl. Tabelle 22)

Beide Entscheidungsbäume dienen mehr einem Überblick als einem Vergleich, da sämtliche Patienten, d.h. ein inhomogenes Krankengut einbezogen wurde.

Baum 1: Männliche Patienten



Baum 2: Weibliche Patienten



Zu Baum 3 und 4: Patienten mit KHE und NYHA I bis III:

Um homogene Gruppen zu erhalten, wurden in dieser Diagnosegruppe die NYHA IV-Patienten ausgeklammert.

Der durchschnittliche Fremdblutbedarf eines männlichen KHE-Patienten betrug 0,45 EKs, wenn er Eigenblut spendete und 1,6 EKs ohne Eigenblutspende. Es bestand also eine Differenz von durchschnittlich 1,15 Konserven. 51% aller Nicht-Spender wurden mit Fremdblut transfundiert. Die Wahrscheinlichkeit für eine Fremdbluttransfusion bei den Eigenblutspendern sank mit zunehmender Spendefrequenz signifikant bis auf 9% bei den männlichen Patienten, die drei Einheiten gespendet hatten.

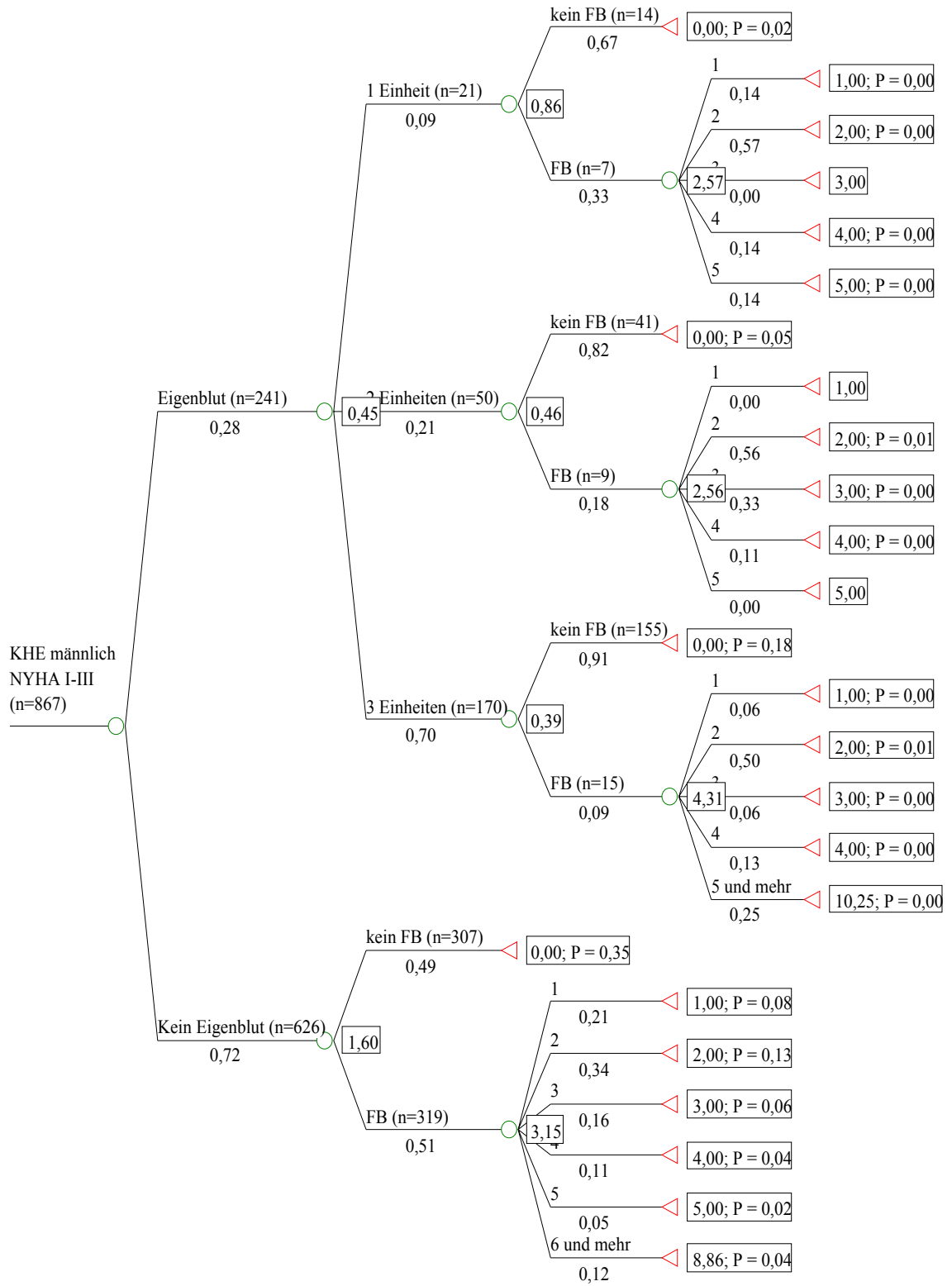
Bei den weiblichen KHE-Patienten lag der durchschnittliche Fremdblutbedarf mit 1,27 EKs für die Eigenblutspender und 2,88 EKs für die Nicht-Spender deutlich über dem der männlichen Patienten. Die Differenz des durchschnittlichen Fremdblutbedarfs zwischen Eigenblutspender und Nicht-Spender betrug pro weiblichem KHE-Patient somit 1,61 Konserven. Die Wahrscheinlichkeit als Nicht-Spender kein Fremdblut zu erhalten, betrug lediglich 13%. Die anderen 87% bekamen durchschnittlich 3,31 Konserven Fremdblut.

Sowohl bei männlichen als auch weiblichen Patienten, wurde die Fremdblutmenge der Eigenblutspender erst ab zwei Einheiten Eigenblut signifikant gesenkt, wobei eine dritte Einheit das Ergebnis nicht signifikant verbesserte.

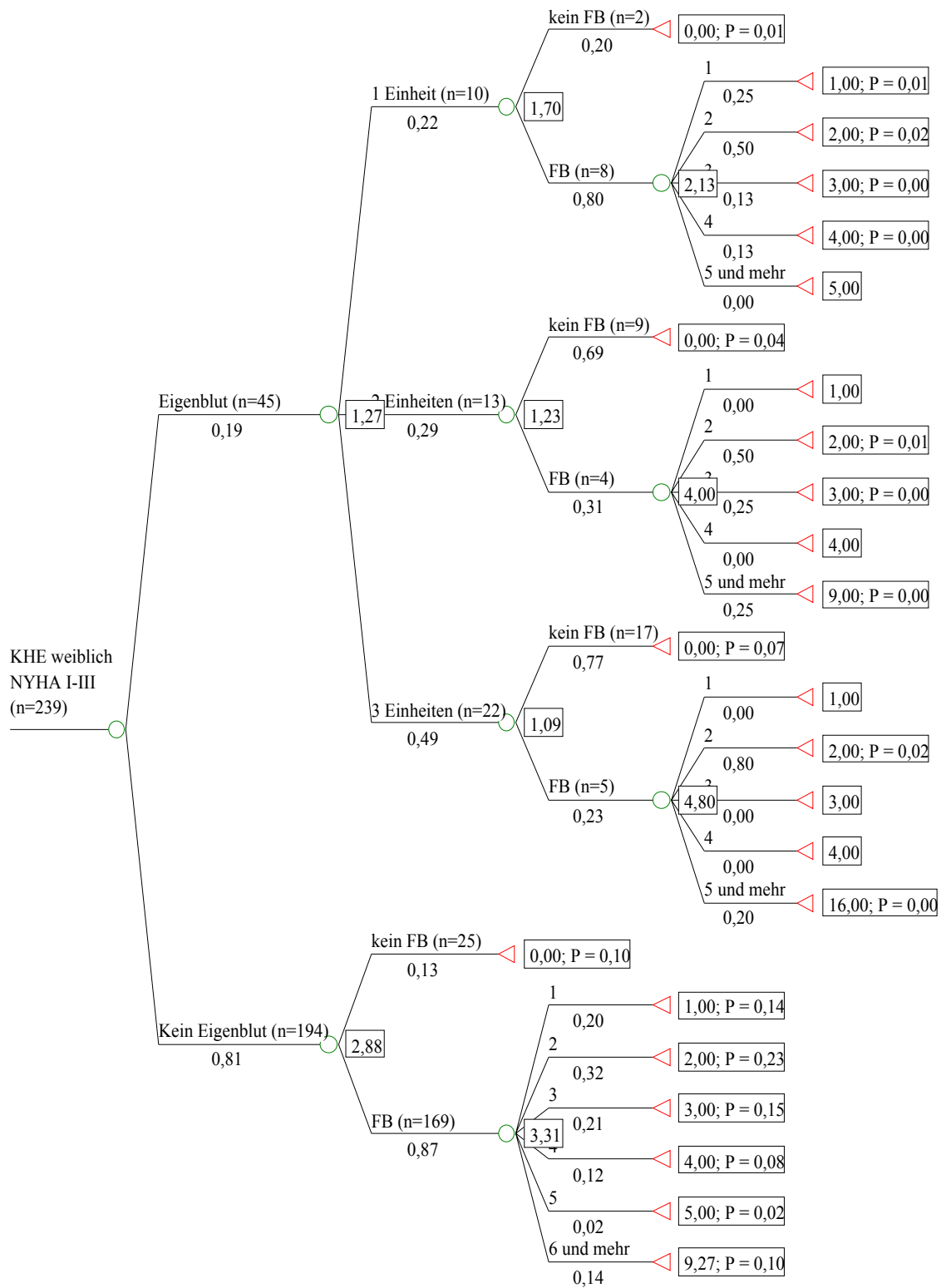
Tabelle 22: Signifikanztest zu Entscheidungsbäumen 1-7: Eigenblut versus kein Eigenblut und Unterschiede innerhalb der Eigenblutspender (Anzahl der Eigenblutspenden als unverbundene Stichprobe)

	0:1	0:2	0:3	1:2	1:3	2:3
Männlich	p<0,05	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Weiblich	p<0,05	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Männlich KHE, NYHA I-III	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Weiblich KHE, NYHA I-III	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Männlich AKE, NYHA I-III	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Weiblich AKE, NYHA I-III	p<0,05	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	p<0,05
ASD	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Baum 3: KHE männlich und NYHA I bis III



Baum 4: KHE weiblich und NYHA I bis III



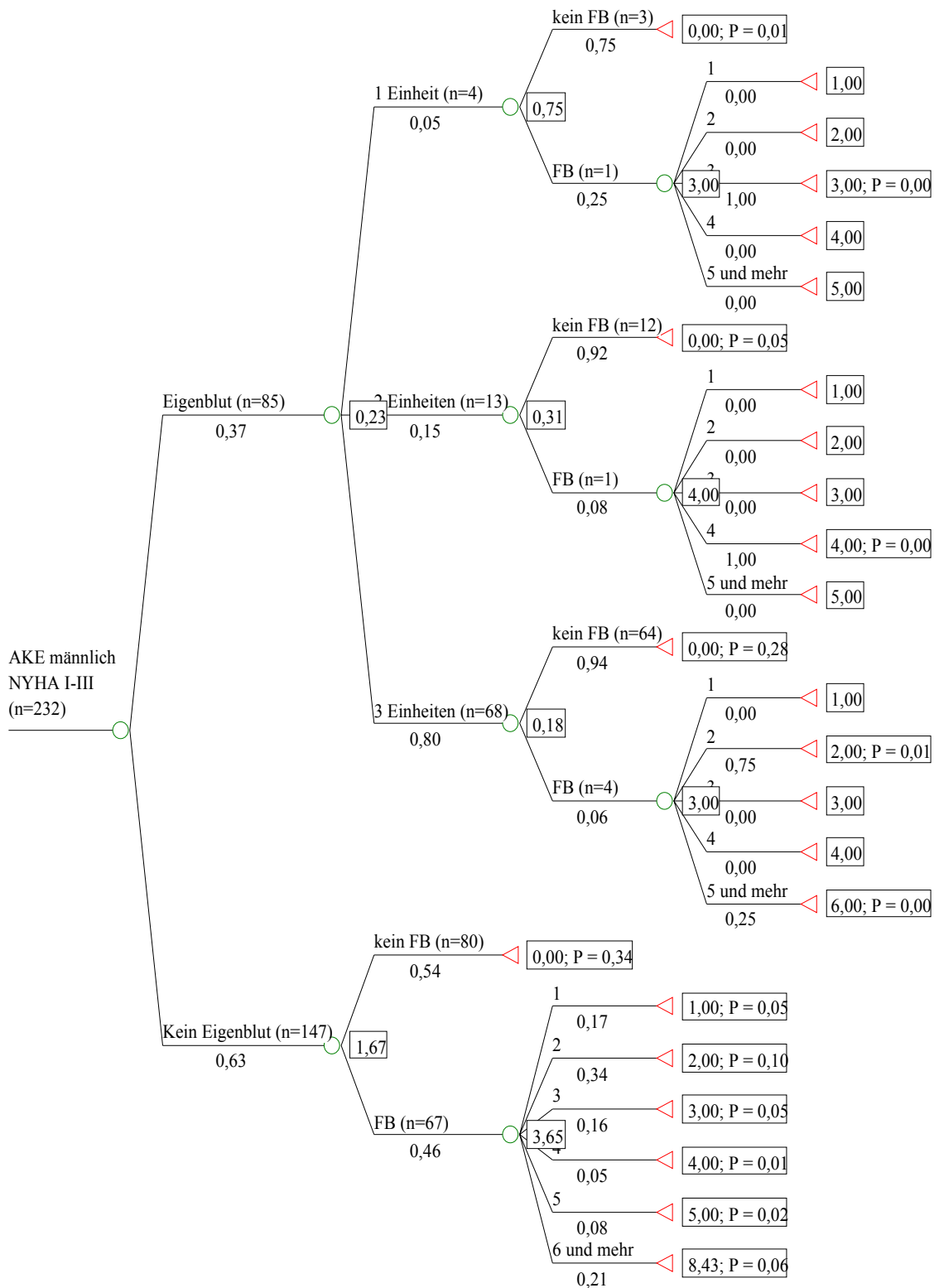
Zu Baum 5 und 6: Patienten mit Aortenvitien und NYHA I bis III zum Aortenklappenersatz (AKE):

Während 46% der männlichen AKE-Patienten, die kein Eigenblut spendeten, Fremdblut erhielten, konnte die Wahrscheinlichkeit bei den Eigenblutspendern auf 6% bei drei Einheiten gespendetem Blut reduziert werden. Die Fremdblutmengen der Eigenblutspender schwankten stark aufgrund der geringen Fallzahlen – es handelte sich um insgesamt sechs Eigenblutspender, die zusätzliches Fremdblut, dann aber mehrere Konserven erhielten. Der durchschnittliche Fremdblutbedarf der 85 Eigenblutspender lag mit 0,23 EKs um 1,44 Konserven unter dem Bedarf der Nicht-Spender von 1,67 EKs.

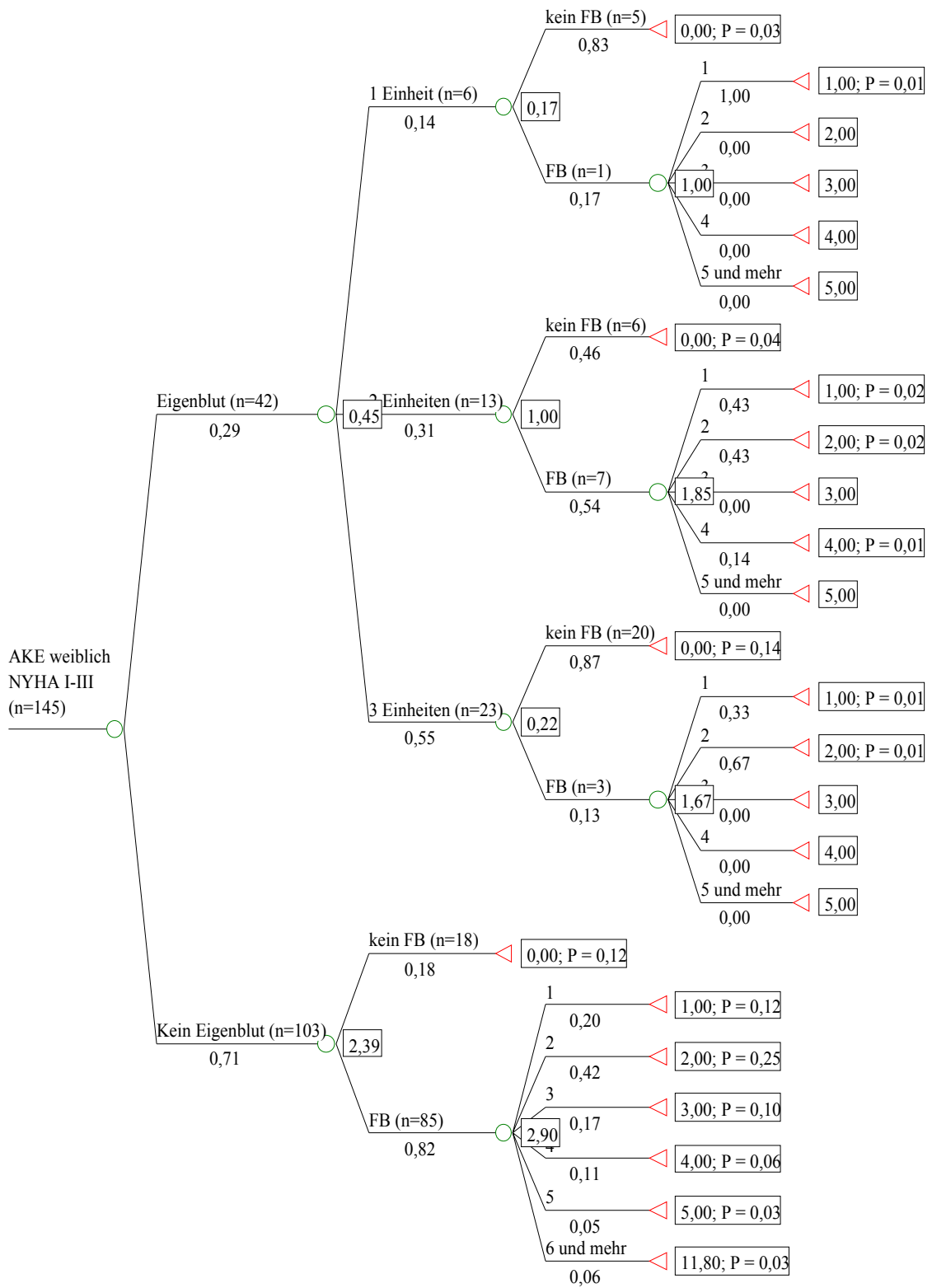
Bei den weiblichen AKE-Patienten lag der durchschnittliche Fremdblutbedarf für die Eigenblutspender mit 0,45 Konserven Fremdblut um insgesamt 1,94 Konserven niedriger als für die Nicht-Spender mit durchschnittlich 2,39 EKs. Die Eigenblutspendegruppe bestand hier lediglich aus 42 Patienten, was geringe Fallzahlen bei der Aufzweigung nach sich zieht. Patienten, die zwei Einheiten spendeten, erhielten mit einer höheren Wahrscheinlichkeit (54%) Fremdblut als die Spender einer oder drei Einheiten Eigenblut. Weibliche AKE-Patienten, die kein Eigenblut spendeten, wurden mit einer Wahrscheinlichkeit von 82% transfundiert und erhielten eine durchschnittliche Fremdblutmenge von 2,9 Konserven. Als einzige Diagnosegruppe konnte bei den weiblichen AKE-Patienten bereits ab einer Einheit Eigenblut der Fremdblutbedarf signifikant gesenkt werden, allerdings konnte durch drei Einheiten das Ergebnis noch verbessert werden (vgl. Tabelle 22).

Die Gesamtgruppe der AKE-Patienten ist wegen der geringen Fallzahl bei Aufzweigung in die verschiedenen Gruppen besonders vorsichtig zu bewerten.

Baum 5: AKE männlich und NYHA I bis III

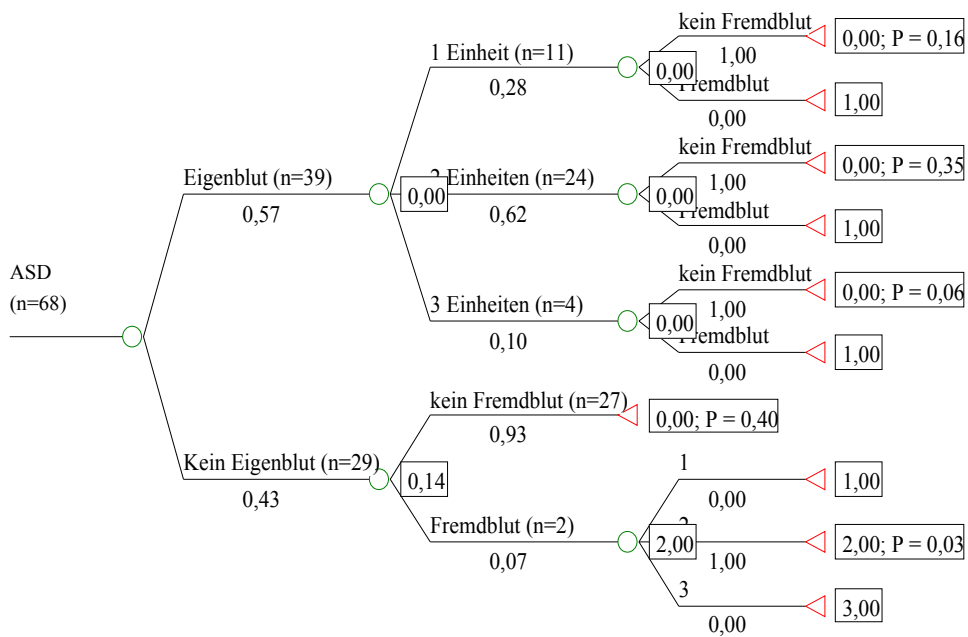


Baum 6: AKE weiblich und NYHA I bis III



Baum 7: Patienten mit ASD:

Bei den ASD-Patienten handelt es sich um eine Gruppe junger, in der Regel körperlich belastbarer und zur Eigenblutspende stark motivierter Patienten (signifikant kürzere Operationszeit und EKZ-Dauer als Kollektiv). Die Entscheidungsbaumanalyse zeigt, dass kein Eigenblutspender Fremdblut erhielt, von den Nicht-Spendern wurden lediglich zwei Patienten transfundiert, was einen durchschnittlichen Fremdblutbedarf von 0,14 Konserven für die Nicht-Spender ergab, er lag nicht signifikant unter dem der Nicht-Spender (vgl. Tabelle 22). Mit 62% der Patienten spendete über die Hälfte der Eigenblutspender zwei Einheiten Blut.



4.5. Kostenerhebung für Blutprodukte

4.5.1. Autologes Blut

Die Herstellung einer Einheit autologen Blutes ergab ein EK und ein FFP. Die variablen Kosten enthalten sämtliches Material; der Posten „Sonstiges“ enthält Büromaterial und Arzneien, eine genaue Auflistung findet sich im Anhang. Die variablen Kosten für die Produktion einer Einheit Eigenblut betragen 79,40 DM, für die Entnahme mittels Plasmapherese 229,23 DM. Unter die Fixkosten fallen die Investitionskosten, jeweils mit Zins- und Reparatursatz, insgesamt 24,29 DM pro Konserve. Für das Plasmapheresegerät wurden 60 000 DM als Investitionspreis angenommen, weshalb es bei der sehr viel geringeren Anzahl von Plasmaphereseentnahmen zu einem deutlich höheren Zuschlag von 282,50 DM pro Konserve kam. Dasselbe gilt für die unterschiedlichen Kosten beim Personalaufwand, die für die Herstellung von einem EK und FFP 63,78 DM, für die Entnahme mittels Plasmapherese 111,78 DM betragen. Insgesamt ergab sich eine Gesamtsumme von 167,47 DM für eine Einheit Eigenblut (EK + FFP) und 623,51 DM für die Plasma- und Erythrozytengewinnung (2 EK + FFP) mittels Plasmapherese.

Tabelle 23: Kosten Eigenblut

	<i>EK und FFP Plasmapherese</i>	
VARIABLE KOSTEN		
Blutbeutel Biopack (3xPAGGS)	27,00 DM	151,20 DM
Faltschachtel FFP	0,69 DM	1,38 DM
HÄS		14,74 DM
Antikoagulans		8,50 DM
Venenverweilkanüle Jelco	1,30 DM	1,30 DM
Verschlußkappe LL rot	0,05 DM	0,05 DM
Ringer	2,67 DM	2,67 DM
Infusionsgerät Infudrop	1,02 DM	1,02 DM
Handschuhe unsteril	0,08 DM	0,08 DM
Handschuhe steril	1,13 DM	1,13 DM
Adapter Multi-Monovetten	0,29 DM	0,29 DM

Hb-Küvette	1,12 DM	1,12 DM
Monovette Serum	0,25 DM	0,25 DM
Einmalspritze (0,5)	0,05 DM	0,05 DM
Kanüle(0,5)	0,15 DM	0,15 DM
Desinfektion/Tupfer/ Verbandmittel	0,75 DM	0,75 DM
Serologisches Material (Hepatitis, HIV)	25,00 DM	25,00 DM
Blutbank Bearbeitung	10,50 DM	10,50 DM
Retransfusion: Besteck und Testkarte	5,55 DM	7,25 DM
Sonstiges	1,80 DM	1,80 DM
Summe	79,40 DM	229,23 DM
FIXKOSTEN		
Investitionen (120 000 DM bzw. 60 000DM):	21,50 DM	250,00 DM
Abschreibung/10 Jahre		
Reparatur/Instandhaltung/Zinsen (13%)	2,79 DM	32,50 DM
Summe	24,29 DM	282,50 DM
PERSONALKOSTEN		
Ärztliches Personal (15 bzw. 30 Minuten)	24,00 DM	48,00 DM
Pflegerisches Personal (30 bzw. 60 Minuten)	24,00 DM	48,00 DM
Krankenschwester seit September 1997 (6 Stunden/Woche)	3,78 DM	3,78 DM
Sekretariat (15 Minuten)	12,00 DM	12,00 DM
Summe	63,78 DM	111,78 DM
GESAMTSUMME	167,47 DM	623,51 DM

4.5.2. Homologes Blut

In folgender Tabelle ist die Kostenaufstellung für je ein homologes EK und FFP dargestellt. Die variablen Kosten betragen zum damaligen Zeitpunkt 159,90 DM für ein Fremd-EK und 169,71 DM für ein Fremd-FFP. Als Fixkosten ergaben sich aus Investitionskosten und Personalkosten 51,47 DM für ein Fremd-EK. Da für die Bearbeitung von FFPs keine gesonderten Geräte oder Materialien benötigt wurden, beschränkte sich der Fixkostenpreis von einem

Fremd-FFP auf 12,00 DM. Insgesamt waren die Kosten 211,37 DM für ein Fremd-EK und 181,71 DM für ein Fremd-FFP. Der Preis für beide betrug 393,01 DM.

Tabelle 24: Kosten Fremdblut

	<i>EK</i>	<i>FFP</i>
VARIABLE KOSTEN		
EK/FFP	143,00 DM	160,00 DM
Kreuztest	1,02 DM	
AK-Suchtest bei wiederholten Transfusionen	4,08 DM	
Zusätzliche Transportkosten	2,12 DM	2,12 DM
Nacht- und Feiertagszuschlag für Blut	4,33 DM	4,33 DM
Sonstiges Verbrauchsmaterial	1,56 DM	1,56 DM
Retransfusion: Besteck und Testkarte	3,85 DM	1,70 DM
Summe	159,90 DM	169,71 DM
FIXKOSTEN		
Personal 60 Minuten/15 Minuten (Administration und Aufarbeitung)	48,00 DM	12,00 DM
Investitionen (376 000 DM):		
Abschreibung/25 Jahre	3,07 DM	
Reparatur/Instandhaltung/Zinsen (13%)	0,40 DM	
Summe	51,47 DM	12,00 DM
GESAMTSUMME FREMD-EK/FFP	211,37 DM	181,71 DM
SUMME EK und FFP	393,01 DM	

4.5.3. Präoperative Bereitstellung homologer Konserven

Für jeden Patienten wurden präoperativ grundsätzlich zwei Konserven bereitgestellt. Wurden sie nicht transfundiert, entstanden trotzdem die Bereitstellungskosten von 50,58 DM.

Tabelle 25: Kostenpauschale für die präoperative Fremdblutbereitstellung

	<i>Kostenpauschale für Fremdblutbereitstellung (EK)</i>
Kreuztest	1,02 DM
Sonstiges Verbrauchsmaterial	1,56 DM
Personal (60 Minuten)	48,00 DM
SUMME	50,58 DM

4.6. Untersuchung des Kostenaufwandes

4.6.1. Gesamtkosten für Blutprodukte

Folgende Tabelle zeigt eine Kostenbilanz von 1995 bis Juni 1998 über die Gesamtausgaben für autologe und homologe Blutprodukte. Die Plasmapherese- und Bereitstellungskosten wurden in diese Berechnung nicht einbezogen. Insgesamt wurden fast 1,7 Millionen DM für Blutprodukte bezahlt, etwa 1,37 Millionen DM davon für Fremdblut.

Tabelle 26: Gesamtkosten für Blutprodukte (1995-6/98, Ausschluss Bereitstellungskosten)

	<i>Anzahl Konserven (n)</i>	<i>Kosten pro Einheit</i>	<i>Gesamtkosten</i>
Fremd-EK	5152	211,37 DM	1 088 978,24 DM
Fremd-FFP	1532	181,71 DM	278 379,72 DM
Eigenblut (EK+FFP)	1983	167,47 DM	332 093,01 DM
Summe			1 699 450,97 DM

4.6.2. Kostenaufwand für Fremdbluteinsparung durch Eigenblut

Als Hauptanteil an verbrauchten Blutkonserven wurden in folgender Tabelle die Kosten für EKs dargestellt. EKs verursachten den Hauptanteil der Kosten für Blutprodukte. Bei der isolierten Betrachtung der EKs entstanden für die Einsparung eines Fremdblut-EKs durch die jeweilige (pro Patientengruppe unterschiedliche) Eigenblutmenge in fast alle Patientengruppen

pierungen Mehrkosten. Bei Betrachtung aller Patienten sparten 1,4 Eigenblut-EKs ein Fremd-
blut-EK. Die entstehenden Mehrkosten für die Eigenblutspende betragen 23,09 DM. Bei
Aufteilung in männliche und weibliche Patienten entstanden für die männlichen Patienten
56,58 DM Mehrkosten, während bei den weiblichen Patienten durch die Eigenblutspende
43,90 eingespart werden konnten. Die extremen Kosten von 1965,74 DM bei den ASD-
Patienten entstanden durch den hohen Bedarf an 13 Eigenblut-EKs, der nötig war, um ein
Fremdblut-EK einzusparen.

Da diese Berechnungen nur die Kosten für EKs betreffen und weder FFP-Kosten noch die
Bereitstellungspauschale enthalten, können hier keine Rückschlüsse auf Gesamtkosten für
Blutprodukte gezogen werden.

Tabelle 27: Kosten zur Einsparung einer Fremdblutkonserve

	<i>EB-Menge (U) zur Ein- sparung eines FB-EKs</i>	<i>Kostenaufwand zur Ein- sparung eine FB-EKs</i>
Alle Patienten	1,4	+ 23,09 DM
Männlich	1,6	+ 56,58 DM
- NYHA I-II	2,9	+ 274,29 DM
Weiblich	1,0	- 43,90 DM
- NYHA I-II	1,6	+ 56,58 DM
Männlich KHE	2,0	+ 123,57 DM
- NYHA I-III	2,3	+ 173,81 DM
- NYHA I-II	3,2	+ 324,53 DM
Weiblich KHE	1,3	+ 6,34 DM
- NYHA I-III	1,4	+ 23,08 DM
- NYHA I-II	2,0	+ 123,57 DM
ASD	13	+ 1965,74 DM

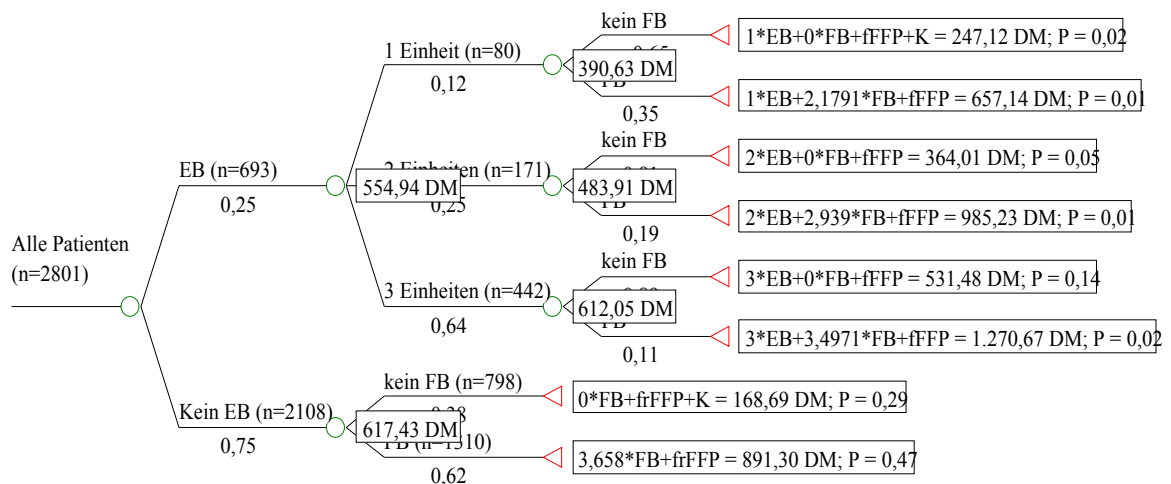
4.6.3. Entscheidungsbaumanalyse

Die Entscheidungsanalyse unter Einbeziehung der Kosten ermöglicht eine Gesamtbilanz der
Ausgaben. Unter Einbeziehung aller Patienten (bis auf Patienten, die vier Einheiten Eigen-

blut spendeten), wurden die Durchschnittskosten pro Patient im untersuchten Zeitraum dargestellt. Die Kosten für einzelne Patientengruppen, aufgeteilt nach KHE, ASD und Geschlecht zeigen die folgenden Entscheidungsbäume. An den Endästen können die relativen Werte und Wahrscheinlichkeiten für jede einzelne Verzweigung abgelesen werden. Im Gegensatz zu der Gegenüberstellung von den EKs werden in den folgenden Entscheidungsbäumen die Kosten für FFPs sowie die Bereitstellungspauschale miteinbezogen. Die Kosteneinsparungen verschieben sich dadurch zugunsten der Eigenblutspende. (Nähere Erläuterungen des Entscheidungsbaumkonzeptes in Methodik, Kapitel 3.4.).

Zu Baum 8: Alle Patienten (Kosten)

Den Unterschied zu den in Tabelle 27 dargestellten Berechnungen für EKs zeigt der folgende Entscheidungsbaum, der neben EKs auch FFPs und die Bereitstellungspauschale enthält. Die durchschnittlichen Kosten für einen Eigenblutpatienten betragen demnach 554,94 DM, wobei die Patienten mit einer Einheit kostengünstiger und mit drei Einheiten am teuersten waren. Im Vergleich dazu wurden für einen Nicht-Spender durchschnittlich 617,43 DM aufgewendet. Unter Einbeziehung aller Bedarfs- und Kostenparameter (Einbeziehung der Kosten für FFP und Bereitstellung) konnten pro Eigenblutpatient somit Kosten in Höhe von 62,49 DM eingespart werden.



In Tabelle 26 wurden die „reinen“ Materialkosten berechnet, die insgesamt 1 699 450,97 DM betragen. Im Gegensatz dazu errechneten sich als Gesamtkosten für Blutprodukte (EKs, FFPs) und Blutbereitstellung (inklusive Bereitstellungspauschale) im DHM von 1995 bis Juni

1998 mittels Entscheidungsbaum für alle Patienten Ausgaben von 1 718 096 DM (199 Patienten mit ungültigen Daten ausgeschlossen, Kosten für Patienten mit „vier Einheiten gespendet“ nachträglich addiert: 20 766,28 DM für Eigenblutspende, 7 397,95 DM für Fremd-EKs, 3815,91 DM für Fremd-FFPs).

Tabelle 28: Gesamtkosten für Blutprodukte und Blutbereitstellung (Ausschluss „vier Einheiten gespendet“)

	<i>Eigenblutspender</i>	<i>Nicht-Spender</i>	<i>Eingesparte Kosten durch Eigenblut</i>
Anzahl Patienten (n)	693	2108	
Kosten pro Patient	554,94 DM*	617,43 DM	62,49 DM
Summe	384 573,42 DM*	1 301 542,44 DM	43 302,57 DM
Gesamtkosten Blut (EB+FB)	1 686 115,86 DM		

*p<0,05 Eigenblutspender versus Nicht-Spender

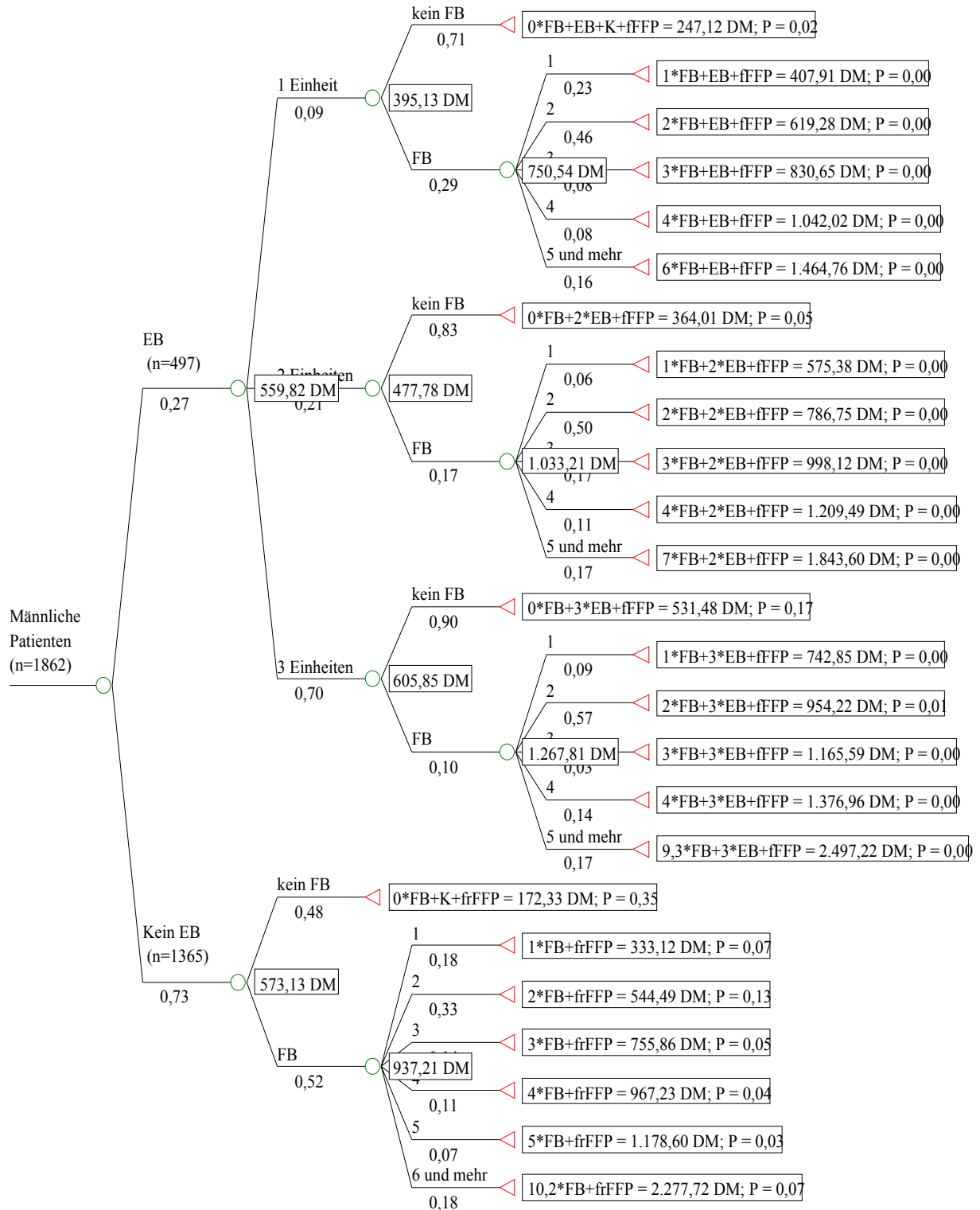
Zu Baum 9 und 10: Alle Patienten

Für einen männliche Eigenblutpatienten wurden durchschnittlich 559,82 DM für Blutprodukte verwendet, die Kosten lagen damit um 13,31 DM unter denen eines Nicht-Spenders mit 573,13 DM. Bei den weiblichen Patienten waren die Kosten für die Eigenblutspender mit durchschnittlich 538,44 DM etwas niedriger als bei den männlichen Patienten. Im Vergleich zu den weiblichen Nicht-Spendern mit 700,90 DM wurden pro weiblichem Eigenblutpatient 162,46 DM gespart. Sowohl bei männlichen als auch weiblichen Patienten stiegen die Kosten innerhalb der Eigenblutspendegruppe mit jeder gespendeten Einheit an.

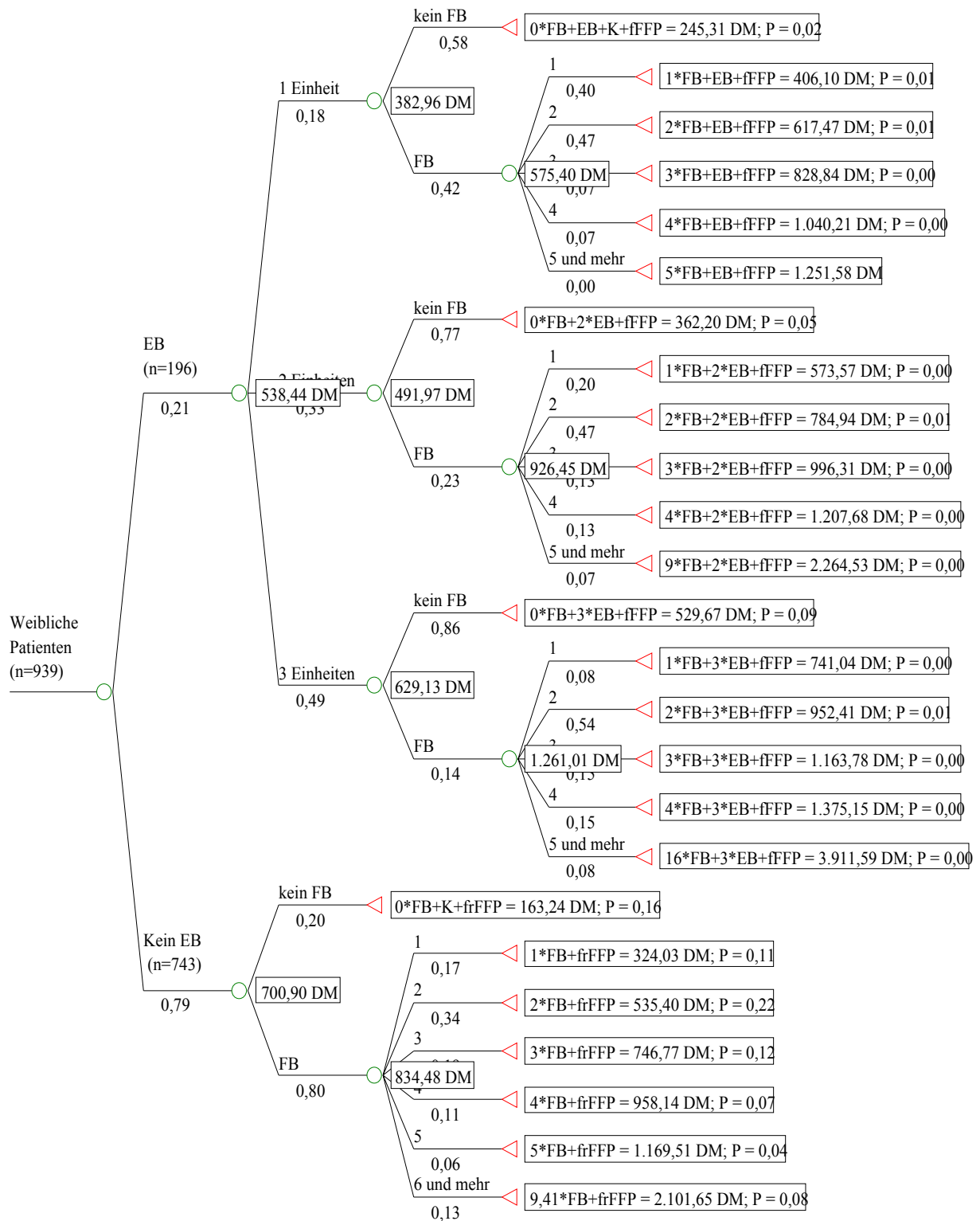
Zu Baum 11 und 12: Patienten mit KHE

Männliche Patienten mit KHE, die präoperativ Eigenblut gespendet hatten, kosteten mit 556,07 DM um 137,60 DM mehr als die Nicht-Spender mit 418,47 DM. Die Kosten bei den weiblichen Patienten lagen für die Eigenblutspender pro Patient um 34,51 DM höher als für die Nicht-Spender. Wurde ein männlicher oder weiblicher Nicht-Spender transfundiert, waren seine durchschnittlichen Kosten höher als die eines Eigenblutspenders.

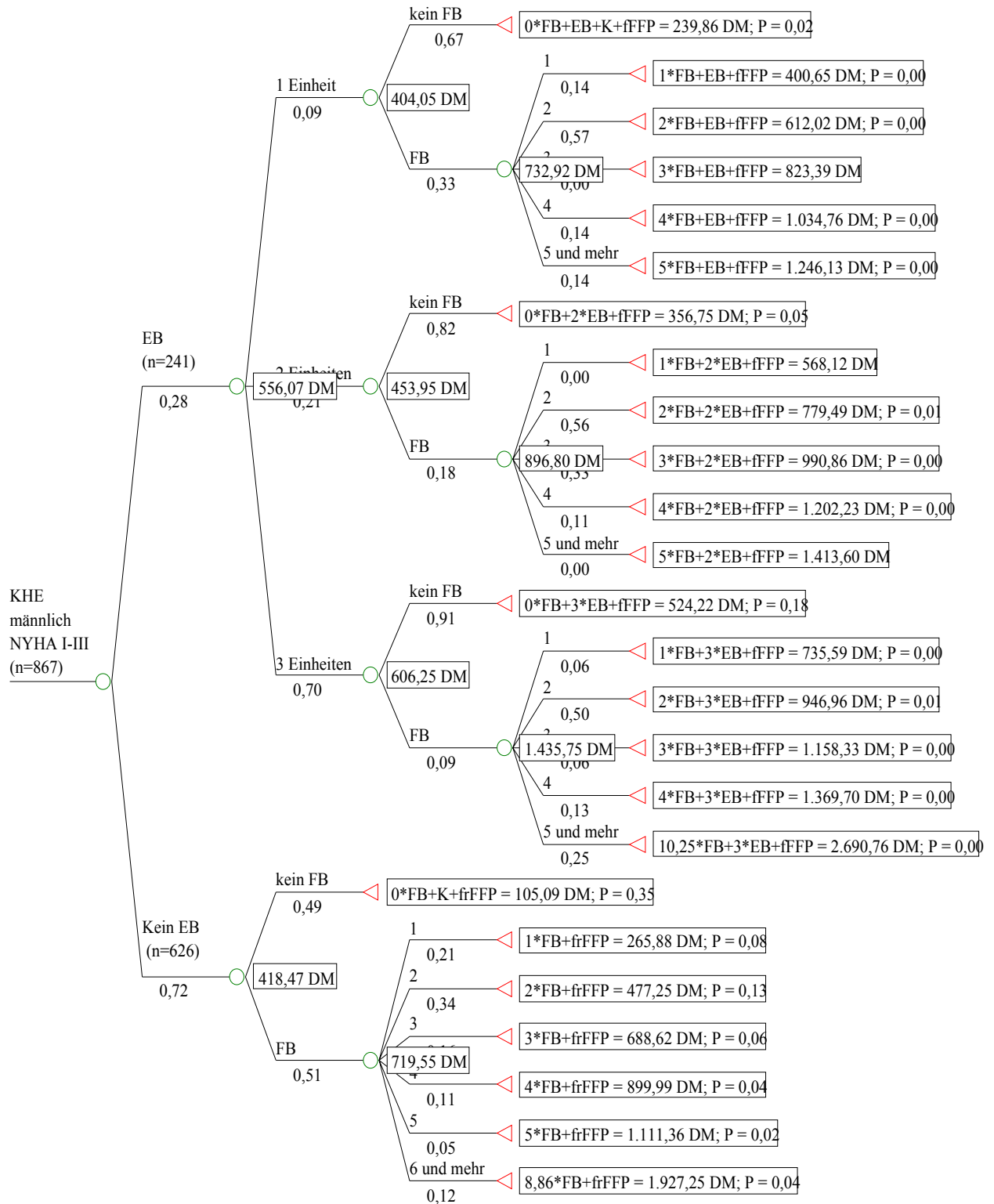
Baum 9: Männliche Patienten (Kosten)



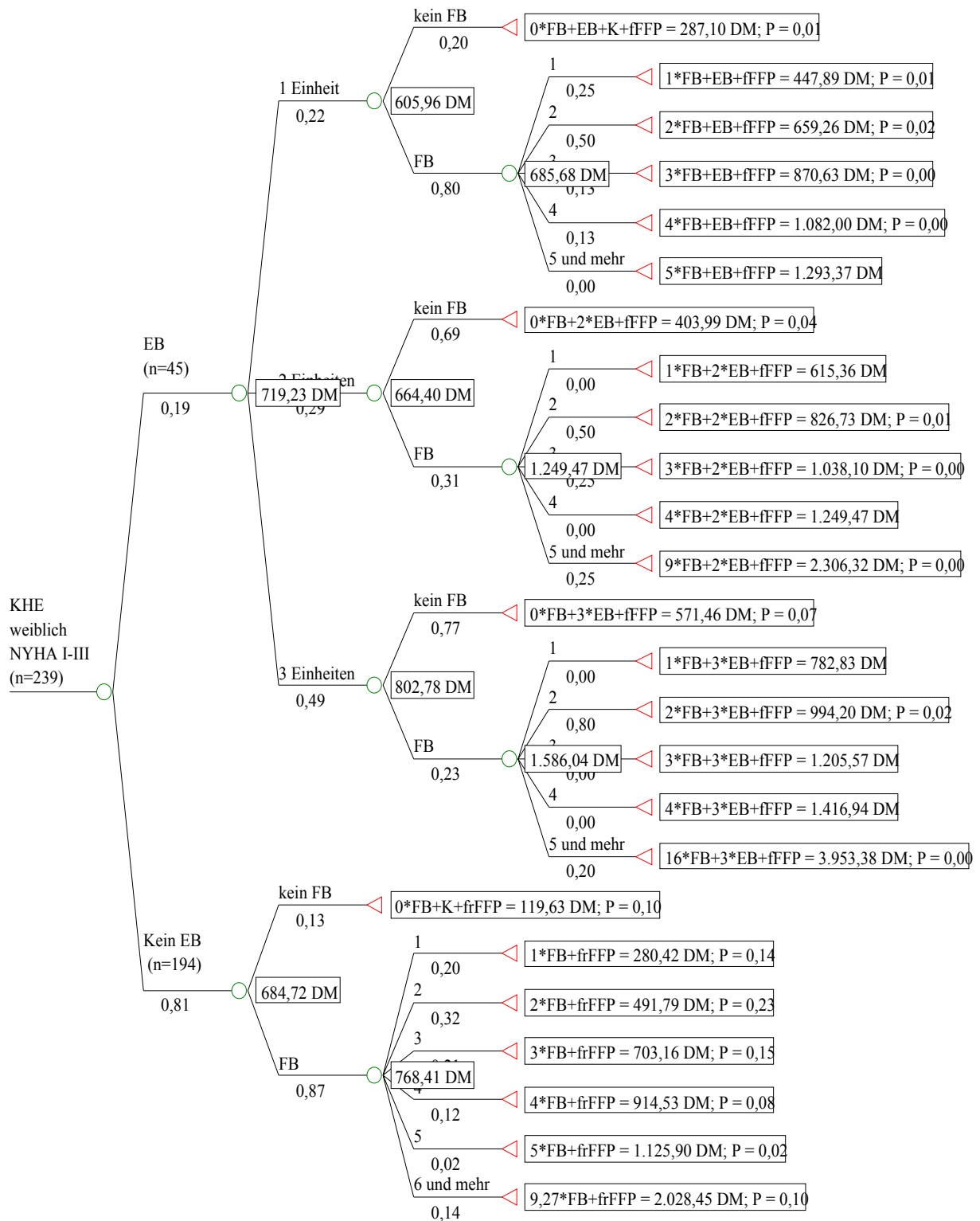
Baum 10: Weibliche Patienten (Kosten)



Baum 11: KHE männlich (Kosten)

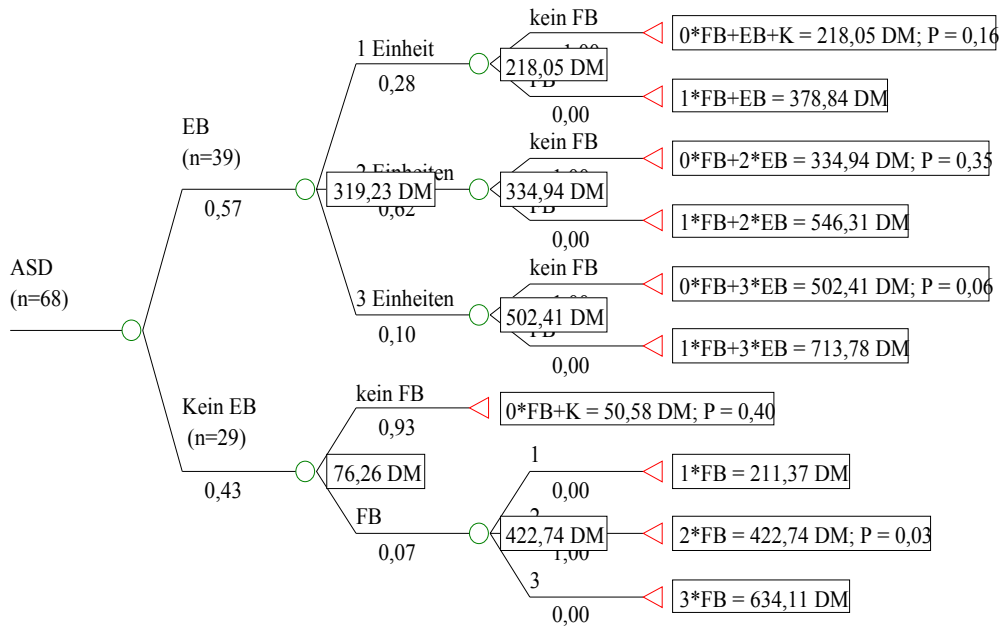


Baum 12: KHE weiblich (Kosten)



Baum 13: Patienten mit ASD (Kosten)

Die Nicht-Spender waren mit durchschnittlich 76,26 DM um 242,97 DM deutlich kostengünstiger als die Eigenblutspender. Wurde jedoch ein Nicht-Spender transfundiert, lagen seine Kosten über denen der Eigenblutspender mit einer oder zwei Einheiten.



4.6.4. Sensitivitätsanalyse

Wie sich die durchschnittlichen Kosten pro Patient verändern würden, wenn Kostenschwankungen von $\pm 10\%$ für Fremd- bzw. Eigenblut-EKs einkalkuliert werden, zeigt die Sensitivitätsanalyse in der folgenden Tabelle. Würden die Kosten für eine Eigenblutkonserve um 10%, d.h. 16,75 DM sinken, wären die Durchschnittskosten für die Eigenblutspender um 32,29 DM billiger. Bei Anstieg der Fremdblutkosten um 10%, d.h. 21,14 DM lägen die Durchschnittskosten für Eigenblutspender um 19,96 DM und bei Nicht-Spendern um 48,03 DM über den jeweils vorherigen Kosten. Je nach Variable verändern sich beim Eigenblut-EK nur die Kosten für Eigenblutspender, beim Fremdblut-EK verändern sich die Kosten für die Fremdblut-

spender und wegen geringer zusätzlicher Fremdblutgaben teilweise auch bei den Eigenblutspendern.

Tabelle 29: Sensitivitätsanalyse der Kosten (pro Patient)

	<i>Preis pro Konserve</i>	<i>Kosten für EB-Spender</i>	<i>Kosten für Nicht-Spender</i>
EB Standard	167,47 DM	544,94 DM	617,43 DM
- 10%	150,72 DM	512,68 DM	617,43 DM
+10%	184,22 DM	597,20 DM	617,43 DM
FB Standard	211,37 DM	544,94 DM	617,43 DM
- 10%	190,28 DM	544,98 DM	569,41 DM
+10%	232,51 DM	564,90 DM	665,46 DM

5. Diskussion

5.1. Patientendaten

5.1.1. Demographische Daten

Die Eigenblutspender und Patienten, die kein Eigenblut spendeten, waren (unter Ausschluss der NYHA IV-Patienten) ein vergleichbares Patientenkollektiv mit annähernd gleichem präoperativem Operationsrisiko (beide Gruppen durchschnittlich zwischen NYHA II und III). Bei den NYHA IV-Patienten handelt es sich häufig um Notfälle, die schon allein aus zeitlichen Gründen nicht an der Eigenblutspende teilnehmen konnten. Da sie einen großen Anteil in der Nicht-Spender-Gruppe hatten, was die Eigenblutspender (mit dann durchschnittlich niedrigeren NYHA-Werten) im Verhältnis klinisch „gesünder“ erscheinen ließ, wurden sie aus den meisten Analysen zugunsten homogener Vergleichsgruppen ausgeklammert. Nach herkömmlicher Definition gilt eine NYHA IV-Klassifikation als Kontraindikation für die Eigenblutspende (Eberhardt, M., 1998, S.167). Tatsächlich kann aber die Eigenblutspende auch von diesen Patienten im Sinne einer „Aderlass-Therapie“, z.B. bei Herzinsuffizienz unter Diuretikagabe, gut toleriert werden. Die Hauptursache für die höheren NYHA-Werte der Patienten, die kein Eigenblut spendeten, waren somit die dringenderen Indikationen für die Operation, weshalb sie an der Eigenblutspende nicht teilnehmen konnten.

5.1.2. Klinische Parameter

Bei den perioperativen Daten (EKZ-Dauer, Beatmungsdauer, Gesamtblutverlust) gab es zwischen Eigenblutspendern und Patienten, die kein Eigenblut spendeten nach NYHA IV-Ausschluss nur in der EKZ-Dauer einen signifikanten Unterschied. Die Beatmungsdauer und der Gesamtblutverlust waren nur unter Berücksichtigung der NYHA IV-Patienten bei den Eigenblutspendern signifikant geringer.

Alle Eigenblutpatienten hatten trotz niedrigerem präoperativem Hb-Wert bereits ab dem ersten postoperativen Tag höhere Hb-Werte als die Nicht-Spender. Obwohl durch die Eigenblutspende ein Hb-Verlust gegeben war, konnten die Eigenblutspender somit nicht nur ihre präoperativ entnommenen Erythrozyten regenerieren, sondern nach der Retransfusion ihres eigenen Blutes zusätzlich den postoperativen Hb-Wert auf einem höheren Level als die Ver-

gleichsgruppe halten. Mögliche Erklärungen sind ein signifikant geringerer Blutverlust der Eigenblutspender (inklusive NYHA IV-Patienten), eine durch den präoperativen Erythrozytenzug gesteigerte Erythropoese, sowie eine verbesserte Gerinnungsfunktion der Eigenblutspender bei einer großzügigen Retransfusion der Eigen-FFPs.

Die postoperativen Hb-Werte der männlichen Eigenblutspender mit NYHA I-III lagen signifikant über denen der Nicht-Spender mit NYHA I-III. Bei den weiblichen Patienten stieg der postoperative Hb-Wert der Eigenblutspender nie signifikant über den der Patienten, die kein Eigenblut spendeten. Dennoch hatten auch weiblichen Patienten, trotz vorherigem Erythrozytenverlust durch die Eigenblutspende, postoperativ einen vergleichbaren Hb-Wert wie die Patienten, die kein Eigenblut spendeten.

5.1.3. Postoperative Verläufe

Die postoperativen Daten der erfassten Patienten aus der Eigenblutspendegruppe wurden auf gehäuftes Auftreten von auffälliger Neurologie, Psychosyndrom und letalen Ausgängen geprüft. Die Häufigkeit von neurologischen und psychischen Auffälligkeiten unterschied sich nicht signifikant zwischen Eigenblutspendern und Nicht-Spendern und ist somit nicht mit einer möglicherweise vermehrten Fremdblutgabe in Zusammenhang zu bringen.

Der Anteil der verstorbenen Patienten, die kein Eigenblut spendeten war jedoch signifikant höher als bei den Eigenblutspendern. Unter Ausschluss der NYHA III und IV-Patienten gab es jeweils nur noch 1% letale Verläufe in jeder Gruppe.

Beim Studium der Patientenakten der verstorbenen NYHA I und II-Patienten und somit nicht erhöhtem Operationsrisiko zeigte sich, dass 63% der Eigenblutspender zusätzliches Fremdblut erhalten hatten. Die Todesursachen waren jedoch unterschiedlichster Art. Obwohl alle Patienten, die an einer Sepsis verstarben, Fremdblut erhielten, war kein sicherer Zusammenhang zwischen Infektion und Fremdblutgabe zu erkennen. Die Daten der postoperativen Verläufe geben jedoch möglicherweise Hinweise auf vermehrte Komplikationen nach Fremdblutgabe (Carson, J. L., 1999; Chang, H., 2000; Leal-Noval, S. R., 2001; Marquet, R. L., 1993; Murphy, P. J., 1992; Sonnenberg, F. A., 1999; Spahn, D., 2000).

5.1.4. Präoperative Eigenblutspende

Es gab bei der präoperativen Eigenblutspende im Gegensatz zu anderen Untersuchungen (Domen, R. E., 1996, S.296; Spahn, D., 2000, S.242) keine schwerwiegenden Komplikationen. Bezüglich ihrer Sicherheit stellte die präoperative Eigenblutspende durch individuelle ärztliche Einschätzungen eine sichere Alternative für die als „Risikopatienten“ eingestuft herzhirurgischen Eigenblutspender dar (Kwapisz, M. M., 1998; Messelken, M., 1996). Lediglich 4% der Patienten konnten, ähnlich wie in anderen Studien, wegen Anämie, Angina pectoris o.ä. nicht an der Eigenblutspende teilnehmen (Gandini, G., 1999, S.176). Die vasovagalen Reaktion sind nicht als spezifisches Risiko der Eigenblutspende anzusehen und treten auch bei homologen Spendern aufgrund multifaktorieller Ursachen auf (Habler, O., 1997, S.917; Penner, M., 1994, S.66; Trouern Trend, J. J., 1999, S.316). Bei zehn Patienten, die vorzeitig stationär aufgenommen und operiert wurden, war im Rahmen der Eigenblutspende eine Verschlechterung des Allgemeinzustandes oder eine Zunahme der Beschwerden festgestellt worden. Die Möglichkeit in der Eigenblutambulanz präoperativ von einem Arzt beurteilt zu werden, erwies sich für diese Patienten somit als Vorteil.

5.2. Analyse des Transfusionsbedarfs

5.2.1. Fremdbluteinsparung durch Eigenblut

Die präoperative Eigenblutspende führt zur Fremdbluteinsparung bei Herzpatienten (Britton, L. W., 1989; Dietrich, W., 1999; Dupuis, J. Y., 1999; Forgie, M. A., 1998; Frey, L., 1993; Gombotz, H., 1995; Goodnough, L. T., 1998; Graham, I., 1999; Hitzler, W., 1992; Kilgore, M. L., 1998; Kulka, P. J., 1997; Love, T. R., 1987; McFarland, J. G., 1999; Owings, D. V., 1989). Dies wurde am DHM mit der Einsparung von 1,8 Einheiten Fremdblut pro Patient durch insgesamt 1983 Einheiten Eigenblut, d.h. durchschnittlich 2,5 Einheiten bestätigt. Eigenblutpatienten hatten eine signifikant niedrigere Inzidenz, homologe Transfusionen zu erhalten. Unter der Annahme, dass das präoperativ entnommene Eigenblut zum Großteil wieder retransfundiert wurde (genaue Dokumentationen liegen nicht vor), haben Eigenblutspender auch einen insgesamt erhöhten Transfusionsbedarf, bzw. ein erhöhtes Risiko, Bluttransfusionen zu erhalten (Grant, F., 2001). Grund ist häufig der präoperativ signifikant niedrigere

Hb-Wert der Eigenblutspender. Eine weitere Ursache liegt in den unscharfen Transfusionskriterien bei Eigenblutspendern (Dupuis, J. Y., 1999, S.1000). Gründe für das großzügigere Transfusionsverhalten bei Eigenblutspendern ist die häufige Auffassung, dem Patienten werde nur das durch die Eigenblutspende fehlende Blut zurückgegeben. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass die Erythropoese der Eigenblutspender stärker stimuliert ist. In der Praxis ist jedoch ein liberaleres Transfusionsverhalten für Eigenblutprodukte verbreitet. Obwohl Eigenblutkonserven im Gegensatz zu Fremdblut im Falle der Nicht-Transfusion verworfen werden, müssten Eigenblutkonserven für eine exaktere Abschätzung des Gesamtblutbedarfs nach den gleichen Kriterien wie Fremdblut transfundiert werden. So wäre auch ein allgemein gültiger Hb-Wert als Transfusionstrigger zu erarbeiten (Dietrich, W., 1999, S.876). Zudem konnte bisher durch Bluttransfusionen bei normalen Hb-Werten keine Verbesserung der Mortalitätsrate oder von Organversagen schwerkranker Patienten gemessen werden (Alvarez, G., 2001). Es wird von intensivmedizinischen Patienten berichtet, die eine signifikant niedrigere Rate der Mortalität, von Organversagen und Myokardinfarkten hatten, wenn ein niedrigerer Hb-Wert als in der Vergleichsgruppe toleriert wurde (Spahn, D., 2000, S.242).

In den USA wurde für diese überflüssigen Konserven immer wieder der Weitergebrauch an Dritte, sog. „cross-over“ diskutiert (Blum, L. N., 1998; McVay, P. A., 1991). In Deutschland besteht diese Möglichkeit aufgrund des AMG nicht. Zusätzlich werden die Patienten häufig mit Medikamenten behandelt, die eine Weiterverwendung ihres Blutes an Dritte ausschließen. Ähnlich wie Eigen-EKs werden auch Eigen-FFPs nach unscharfen Kriterien, häufig nur zum Volumenersatz transfundiert. Für eine Bedarfsabschätzung wäre ebenfalls eine genaue Indikationsstellung wichtig.

Einen kritischen Punkt stellt der direkte Vergleich von homologen und autologen Konserven dar. Denn die höhere Eigenblutmenge für den Ersatz von Fremdblut resultiert aus einer mangelnden Erythrozytenmenge in den autologen Konserven, da durch die Erythropoese zwischen den Abnahmetermen nicht alle entnommenen Erythrozyten nachgebildet werden können (Goodnough, L. T., 1989, S.821; Kasper, S. M., 1997, S.1058). Korrekterweise müsste für die Effektivität der Eigenblutspende der Zugewinn an Erythrozytenmasse mittels Hämatokrit festgehalten werden (Singbartl, G., 1999, S.351).

Mercuriali et al. entwickelten eine mathematische Formel, nach der sie ebenfalls über Erythrozyten, Hämatokrit und klinische Erfahrungswerte den Transfusionsbedarf aus der Differenz des vorrauszusehenden Blutverlustes und dem zu tolerierenden Blutverlust berechneten

(Mercuriali, F., 1996). Brecher et al. kalkulierten den geschätzten Blutverlust mittels einer Formel, beruhend u.a. auf dem Blutvolumen des Patienten, Anzahl und Art der transfundierten EKs, Hämatokrit und Transfusionsstriggern und verglichen ihn mit dem tatsächlichem Blutverlust (Brecher, M. E., 1997).

Indirekten Aufschluss über den Transfusionsbedarf erlaubt in vorliegender Studie der Hb-Wert: Eigenblutspender hatten einen signifikant niedrigeren Fremdblutverbrauch und trotzdem, durch die gesteigerte Blutbildung und Retransfusion ihres eigenen Blutes, signifikant höhere, oder zumindest vergleichbare Hb-Werte. Da die Erythropoese genügend stimuliert war, konnte eine stärkere Zunahme des Hb-Wertes mit weniger Fremdblut erreicht werden als bei den Patienten, die kein Eigenblut spendeten. Das eingesparte Fremdblut zeigt als Zielgröße, unter Berücksichtigung der Hb-Werte somit die Effektivität der Eigenblutspende.

5.2.2. Spezifische Beurteilung des Fremdblutverbrauchs

In allen Patientengruppen hatten die Eigenblutspender durch die durchschnittliche Spende von 2,5 Einheiten Eigenblut einen signifikant niedrigeren Fremdblutverbrauch von durchschnittlich 1,8 Einheiten als die Nicht-Spender. Im Kollektiv sowie in den einzelnen Patientengruppen hatten weiblichen Patienten, aufgrund niedrigerer Hb-Werte auch einen generell erhöhten Transfusionsbedarf, unabhängig von einer präoperativen Eigenblutspende. Alle Patienten, unabhängig von ihrem Spendeverhalten erhielten im Falle einer Fremdbluttransfusion am häufigsten zwei Konserven Fremdblut. Möglicherweise lag ein großzügiges Transfusionsverhalten zugrunde, da im operativen Alltag in der Regel zwei Konserven bestellt und transfundiert werden und erst anschließend die Kontrolle des Hb-Wertes erfolgt.

Generell stieg der Gesamtblutbedarf mit der Anzahl der gespendeten Konserven. Mögliche Faktoren, die grundsätzlich mit zusätzlicher Fremdblutgabe zusammenhängen, sind zu starker Hb-Abfall und präoperative Risikofaktoren (Hardy, J. F., 2000, S.705), bzw. intra- oder postoperative Komplikationen. Ursache für die hohen Fremdblutmengen der wenigen Patienten, die drei Einheiten Eigenblut spendeten und trotzdem zusätzliches Fremdblut erhielten, waren durch chirurgische Probleme komplizierte Verläufe. Die durchschnittliche Fremdblutmenge innerhalb dieser Gruppen wurde dadurch stark angehoben.

Die Tendenz in Tabelle 21 und den Entscheidungsbäumen zeigt generell, dass für Patienten mit einer niedrigen Risikogruppierung (z.B. NYHA I-II) und definierten Diagnosegruppen

(z.B. KHE männlich), trotz gutem präoperativem Status ab zwei Einheiten Eigenblut kein zusätzlicher signifikanter Nutzen erreicht wurde. Der Spareffekt war am deutlichsten mit einer relativ geringen Eigenblutmenge, also ein oder zwei Einheiten Eigenblut zu erreichen. Der hohe Fremdblutbedarf der Patienten mit Aorta ascendens Aneurysmen ist wie der niedrige Fremdblutbedarf der ASD-Patienten auf den jeweils zu erwartenden Transfusionsbedarf bei diesen Diagnosen zurückzuführen.

Am wenigsten Eigenblut zur Einsparung einer Fremdblutkonserve war bei den weiblichen AKE- und KHE-Patienten nötig, während die größte Eigenblutmenge zur Fremdbluteinsparung bei männlichen KHE-Patienten nötig war. Die Wahrscheinlichkeit für eine Fremdbluttransfusion war mit diesem Aufwand allerdings zu verringern. Die weiblichen Eigenblutspender hatten dagegen aufgrund des grundsätzlich erhöhten Transfusionsbedarfs ein erhöhtes Risiko eine zusätzliche Fremdbluttransfusion zu erhalten. Die zusätzlich transfundierte Fremdblutmenge lag jedoch unterhalb der der Nicht-Spender.

Die aussagekräftigste Entscheidungsbaumanalyse bezüglich des Fremdblutverbrauchs ist die Gruppe der KHE-Patienten, da es sich um die größte Fallzahl handelt. Sowohl bei männlichen als auch weiblichen KHE-Patienten mit NYHA I-III hatten Patienten, die drei Einheiten Eigenblut spendeten, die geringste Wahrscheinlichkeit Fremdblut zu erhalten. Bei männlichen Patienten konnte die Inzidenz für eine Fremdbluttransfusion auf 9%, bei weiblichen auf 23% gesenkt werden. Eine signifikante Reduktion war bei beiden Gruppen ab zwei Einheiten möglich, eine dritte Einheit verbesserte das Ergebnis nicht signifikant: um die Wahrscheinlichkeit für eine Fremdblutgabe um wenige Prozent zu senken, musste der Patient eine zusätzliche Einheit spenden, wobei die Fremdblutmenge bei den weiblichen Patienten stärker reduzierbar war als bei den männlichen.

Bei den AKE-Patienten mit NYHA I-III reduzierte die Eigenblutspende von einer (nur bei weiblichen Patienten) oder zwei Einheiten den Fremdblutverbrauch signifikant. Ein weiterer Effekt durch eine dritte Eigenblutspende konnte nur bei den weiblichen Patienten erzielt werden. Insgesamt erhielten nur wenige Prozent der Eigenblutspender zusätzliches Fremdblut. In einer anderen Studie erhielten im Vergleich lediglich 68% der Eigenblutspender mit AKE kein Fremdblut (Dzik, W. H., 1992, S.1177).

Für männliche Patienten mit KHE oder AKE sind somit zwei Eigenblutspenden ausreichend. Weibliche AKE-Patienten profitieren unter der Berücksichtigung der geringen Fallzahlen von drei präoperativen Eigenblutspenden.

Alle Patienten hatten (ohne Eigenblutspende) je nach Gruppierung ein Transfusionsrisiko zwischen 46% und 87% (Pinto, G. V., 2000; Spiess, B. D., 1994; Thurer, R. L., 2001) und somit laut TFG das Anrecht auf eine präoperative Eigenblutspende. Bei der Vergleichsgruppe der Eigenblutspender konnte die Wahrscheinlichkeit, fremdes Blut zu erhalten, bis auf etwa 7% bis 38% signifikant gesenkt werden. Die Inzidenz von Fremdbluttransfusionen wurde somit je nach Patientengruppe um 30% bis 50% reduziert.

Eine Ausnahme stellten die ASD-Patienten dar: mit einem Transfusionsrisiko von 7% lagen sie unter der gesetzlichen Grenze und stellen somit keine Indikation für die präoperative Eigenblutspende dar. Der Fremdblutbedarf der Eigenblutspender konnte im Vergleich zu den Nicht-Spendern trotz relativ großer Mengen Eigenblut nicht signifikant gesenkt werden.

5.3. Analyse des Kostenaufwandes

5.3.1. Kostenerhebung für Blutprodukte

Die erhobenen direkten Kosten für Blutprodukte haben keine Allgemeingültigkeit, da sie stark von den Modalitäten des jeweiligen Krankenhauses abhängen, die jeweils für den untersuchten Zeitraum gelten. So konnten z.B. Singbartl et al. für die Fixkosten korrekte Personalkosten erheben, da von einer festen Arztstelle für die Eigenblutambulanz ausgegangen werden konnte, was u.a. wiederum eine betriebswirtschaftliche Bewertung erlaubte (Singbartl, G., 1999). Ein weiterer Kritikpunkt wären ebenfalls die Investitions- und Instandhaltungskosten. Für die Eigenblutambulanz wurden für die Bestehensdauer von zehn Jahren 24,29 DM pro Konserve berechnet. Da das Blutdepot mit 40% seiner Zeit an der Bearbeitung von Fremdblutkonserven beteiligt war, musste ebenfalls der entsprechende Anteil der Investitionskosten berechnet werden. Da die Abschreibungskosten der Geräte entsprechend der Bestehensdauer des Blutdepots (25 Jahre) eingesetzt wurden, handelte es sich lediglich um 3,47 DM. Ein Abschreibungszeitraum von zehn Jahren hätte die Kosten um 5,21 DM erhöht. Kritisch sind auch die Kostenerhebungen zu Blutprodukten mittels Plasmapherese. Durch das Plasmapheresegerät mit einem Einkaufspreis von 60 000 DM fallen trotz Abschreibung, aufgrund der geringen Anzahl, für ein EK und zwei FFPs 282,50 DM an Investitionskosten, und 96 DM durch den vermehrten Arbeitsaufwand an.

Die Einkaufspreise für homologe Blutprodukte bei Blutspendediensten unterlagen in den letzten Jahren ebenfalls starken Schwankungen. Nach Auskunft des Bayerischen Roten Kreuzes beträgt der Preis für ein (heutzutage leukozytendepletiertes) EK etwa 160 DM, für ein FFP dagegen etwa 80 DM. Dagegen berechnet das Rote Kreuz für eine Eigenblutspende in seiner Einrichtung 224 DM für ein Eigen-EK und 150 DM für ein Eigen-FFP.

Folgende Tabelle zeigt, wie stark Kostenerhebungen für autologe Blutprodukte in verschiedenen Studien schwanken. Hauptgrund ist die Einbeziehung unterschiedlicher Kostenparameter, z.B. fehlt bei Georgi die serologische Untersuchung (Georgi, R., 1991, S.205), bei Birkmeyer et al. wurden sowohl für Fremd- als auch für Eigenblut die Lagerungs- und Verwaltungskosten vernachlässigt (Birkmeyer, J. D., 1994, S.163), die sich in den USA aufgrund der Unterschiede im Bluttransfusionswesen bei etwa \$ 150 bewegen (Forbes, J. M., 1991, S.318). Die Mehrkosten für autologes Blut bei Diekamp resultieren aus einem relativ hohen Personalaufwand (Diekamp, U., 1994). Teilweise unterschieden sich die Kostenerhebungen für verschiedene operative Disziplinen, wenn möglich wurden die Kostenerhebungen für herzchirurgische Patienten wiedergegeben (Etchason, J., 1995, S.721).

Tabelle 30: Kostenerhebungen aus Literatur

	<i>Kosten für EB</i>	<i>Kosten für FB</i>
Birkmeyer, 1994	85 \$	64 \$
Diekamp, 1994	236,81 DM /U	221,05 DM /U
Dietrich, 1996	70-150 DM /U	160 DM/U
Etchason, 1995	275 \$ /U	168,19 \$ /U
Georgi, 1991	184,64 DM/500ml	
Marchetti, 2000	190 \$/U	127\$/U
Roberts, 1996	97,83 \$ /U	107,26 \$/U
Singbartl, 1999	166,43 DM /U	201,61 DM/U
Tretiak, 1996	338 \$ /U	210 \$ /U
Heyde, 1995-98	167,47 DM/U	211,37 DM/U

5.3.2. Kostenbilanz der Eigenblutspende

Obwohl ein Eigenblut-EK weniger als ein Fremdblut-EK kostete, entstanden beim Äquivalenzvergleich (1,4 Eigen-EKs ersetzen 1,0 Fremdblut-EK) von EKs pro durchschnittlichem Eigenblutspender 23,09 DM Mehrkosten gegenüber Patienten, die kein Eigenblut spendeten. Aufgrund der alleinigen Berechnung von EK-Kosten können davon keine Aussagen über die Gesamtkosten ableitet werden.

Aber unter Einbeziehung der Kosten für FFP und Blutbereitstellung, lagen die direkten Kosten, die sich aus der Entscheidungsbaumanalyse (Patienten mit vier Einheiten waren ausgeschlossen) für autologe, bzw. homologe Blutprodukte errechneten, bei 554,94 DM bzw.

617,43 DM pro Patient. Im untersuchten Zeitraum ergab dies in Bezug auf alle Patienten insgesamt 384 573 DM für die Eigenblutspender, bzw. 1 301 542 DM für die Nicht-Spender.

Pro Patient konnten somit 62,49 DM, insgesamt durch die Eigenblutspende 43 302 DM gespart werden. Unter Einbeziehung der Kosten für die Patienten, die vier Einheiten Eigenblut spendeten (insgesamt 31 980 DM) wurden am DHM insgesamt 11 321 DM durch die Eigenblutspende eingespart. Da der erhöhte Eigenblutbedarf zum Ersatz von Fremdblut einkalkuliert wurde, handelt es sich somit um die reale Kostenbilanz am DHM von 1995 bis 6/98.

Unter Einbeziehung der fehlenden Kostenparameter konnten die Gesamtkosten für Blutprodukte von 1995 bis Juni 1998 auf zwei verschiedenen Wegen ermittelt werden: zum einen ergab das Produkt aus Konservenzahl (jeweils Fremd-EK, Fremd-FFP, Eigenblut) und Kosten pro Konserve 1 699 450 DM (ohne Bereitstellungskosten). Zum anderen ergaben sich aus der Entscheidungsbaumanalyse für alle Patienten Gesamtkosten von 1 718 096 DM. Diese Analyse beinhaltet auch die Kosten für die Blutbereitstellung, allerdings konnten etwa 199 Patienten wegen fehlender Daten nicht einbezogen werden, so dass sich die tatsächlichen Kosten (inklusive der Hochrechnung für 199 Patienten) im untersuchten Zeitraum theoretisch bei circa 1,8 Millionen DM bewegen würden.

Kritisch zu bewerten ist die nicht erfasste Anzahl verworfener Eigenblutkonserven. In anderen Studien produzierte die Verwerfung zusätzliche Kosten (Birkmeyer, J. D., 1994, S.163; Tretiak, R., 1996, S.1501), wobei unklar bleibt, wodurch diese teilweise sehr hohen Kosten verursacht werden (Birkmeyer, J. D., 1994, S.169), am DHM wäre dies nicht der Fall.

Die Eigenblutspende würde teurer, wenn die Mehrkosten für Patienten, die Eigenblut mittels Plasmapherese spendeten, einbezogen werden. Die zusätzlichen Kosten für die Plasmaphere-

se betragen anhand der Kostenerhebung 38 304 DM, so dass die Eigenblutspende insgesamt 26 983 DM mehr gekostet hätte. Allerdings wurde die Plasmapherese im untersuchten Zeitraum deutlich weniger genutzt als heute und hatte auch im Vergleich zur Vollblutspende einen niedrigeren Stellenwert, weshalb sie in den Berechnungen nicht berücksichtigt wurde. Die ursprüngliche (nicht plasmapheretische) Herstellung von Eigen-FFPs, die bei der Produktion von Eigen-EK ohne zusätzlichen Kostenaufwand „automatisch“ mitproduziert werden, macht die Eigenblutspende allerdings grundsätzlich zu einer preiswerten Alternative. Da Eigenblutpatienten außerdem in den seltensten Fällen Fremd-FFP erhielten, ergäbe sich eine günstigere Rechnung für die Eigenblutspender. Ein direkter Kostenvergleich (analog zu den EKs) von FFP zwischen Eigenblutspendern und Patienten, die präoperativ kein Eigenblut spendeten, ist jedoch aufgrund der unterschiedlichen Indikationsstellung nicht möglich. Obwohl Eigenplasma in der Praxis v.a. zum Volumenersatz eingesetzt wird, trägt es bei der Gesamtanalyse des Blutverbrauchs entscheidend dazu bei, dass durch die präoperative Eigenblutspende Kosten eingespart werden.

Singbartl et al. errechneten für die Eigenblutprodukte (EK und FFP) ebenfalls einen geringen Stückpreis. Bei den Berechnungen der innerbetrieblichen Gewinnschwelle konnte unter Berücksichtigung der Eigen-FFPs mit einem Einsatz als Gerinnungstherapeutikum zu 20% ebenfalls eine weitere Kosteneinsparung zu Gunsten der Eigenblutspende erreicht werden.

Insgesamt erwies sich in dieser Untersuchung die Eigenblutspende unter Einbeziehung weiterer fremdblutsparender Maßnahmen sowie der Untersuchung eines äquivalenten Erythrozytenzuwachses homologer und autologer Konserven trotzdem nicht als kosteneffizient. Die von Singbartl et al. einbezogenen Äquivalenzkosten zur Berücksichtigung des unterschiedlichen Erythrozytenzuwachses in homologen Konserven und autologen Konserven (sinkender Erythrozytengehalt bei mehreren Spenden), erscheinen in vorliegender Untersuchung in Form des erhöhten Transfusionsbedarf der Eigenblutspender bei gleichen bzw. höheren postoperativen Hb-Werten (Singbartl, G., 1999).

Bei allen Kostenuntersuchungen in vorliegender Arbeit wurden nur die direkten Kosten berücksichtigt. Die Einsparung von 62,49 DM pro Patient beinhaltet somit nur die Herstellungskosten. Indirekte und intangible Kosten-Nutzen-Effekte, die eine weitere Kostenreduktion ermöglichen, wie z.B. die Reduktion von Infektion und verlängerten Liegedauern, wurden hier noch nicht einkalkuliert.

5.3.3. Spezifische Beurteilung der Kosten

Es konnten bei allen Patienten am DHM durch die präoperative Eigenblutspende nicht nur Fremdblut, sondern auch Kosten eingespart werden.

Für die männlichen KHE-Patienten (NYHA I-III) stellte die Eigenblutspende die teurere Alternative dar. Pro Eigenblutsperer entstanden 137,60 DM mehr Kosten als ein für einen Patienten, der kein Eigenblut spendete. Innerhalb der Eigenblutgruppe kostete es einen Mehraufwand von 49,90 DM, d.h. 12% mehr Kosten, um das Risiko, Fremdblut zu erhalten, von 67% auf 82% zu senken. Eine weitere Senkung um 9%, auf 91%, für die drei Einheiten Eigenblut gespendet werden mussten, kostete weitere 152,30 DM, d.h. 36% mehr. Somit ist bei männlich KHE-Patienten die Spende von zwei Einheiten Eigenblut nicht nur medizinisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll.

Bei den weiblichen KHE-Patienten (NYHA I-III) lagen die Kosten der Patienten, die kein Eigenblut spendeten, um 34,51 DM unter denen der Eigenblutsperer. Innerhalb der Eigenblutgruppe konnte mit einem Kostenaufwand von nur 58,44 DM, mit zwei statt einer Eigenblutspende die Inzidenz für eine zusätzliche Fremdblutgabe um 49% verringert werden. Eine weitere Senkung um 8% kostete aber bereits 138,38 DM, d.h. 21% mehr Kosten. Eine dritte Eigenblutspende verbessert das Ergebnis weniger deutlich als der Schritt von einer zu zwei Spenden, erscheint aber im Vergleich finanziell sinnvoller als bei den männlichen Patienten. Zusätzliche Kosten für die Fremdbluteinsparung mussten ebenfalls bei den ASD-Patienten aufgewendet werden. Für die Risikosenkung für eine Fremdbluttransfusion von 7% auf 0% (wobei das Risiko nie sicher ausgeschlossen werden kann), wurden durchschnittlich 1,8 Einheiten Eigenblut gespendet und es fielen zusätzliche Kosten von 242,97 DM pro Patient an. Es handelte sich aber lediglich um insgesamt zwei Patienten, die bei einem unerwartet komplikationsreichen Operationsverlauf Fremdblut erhielten. Da bei ASD-Operationen normalerweise keine Transfusionen nötig sind, lohnte sich die Eigenblutspende daher weder aus medizinischer und noch ökonomischer Sicht.

5.3.4. Sensitivitätsanalyse

Da Kostenschwankungen für Blutprodukte sehr real sind, wurde in die Sensitivitätsanalyse eine Differenz von $\pm 10\%$ für Eigen- und Fremdblutkonserven einkalkuliert. Weitere Kosten-

steigerungen für Fremdblutkonserven sind nach Aussagen des Roten Kreuzes v.a. aufgrund intensiver Sicherheitsmaßnahmen (Seifried, E., 1995, S.589) und Herstellung von leukozytenfiltrierter Blutkonserven zu erwarten. Denkbar wäre auch aber eine Senkung der Kosten aufgrund des Konkurrenzdruckes unter den Blutspendediensten. Bereits in den letzten Jahren sind die Kosten für EKs gestiegen, dafür für FFPs gesunken.

Realistisch sind auch Kostenschwankungen der Eigenblutprodukte, da sie von den jeweiligen Kliniken steuerbar, und vom untersuchten Zeitraum abhängig sind. Durch eine bessere und effektivere Auslastung der Eigenblutambulanz (z.B. Plasmapheresegerät), des Personals (mehrere Blutabnahmen gleichzeitig verbrauchen weniger Zeit und Kosten als aufeinanderfolgende) oder des Blutdepots, wäre eine Preissenkung von 10% und mehr schnell erreicht. Ein längeres Bestehen der Eigenblutambulanz würde zu einer Senkung der Investitionskosten führen, zusammen mit einer effektiveren Auslastung käme es somit zu einer Fixkostendegression bis zu einem Minimum und damit zu einer Verbilligung der Konserven.

5.4. Medizinisch-ökonomische Analyse

5.4.1. Kosten und Nutzen

Die Untersuchung des Transfusionsbedarfs und der Kostenerhebung zeigt, dass durch die Eigenblutspende nicht nur Fremdblut eingespart und damit ein direkter Nutzen erzielt, sondern auch Kosten eingespart werden konnten. Für die Analyse der präoperativen Eigenblutspende spielen aus ökonomischer Sicht auch indirekte und intangible Kosten bzw. Nutzen sowie nicht-monetäre Parameter eine wichtige Rolle, die in dieser Studie nicht monetär bewertet wurden. Intangibler Nutzen war die Verringerung der Angst der Patienten vor der Operation, wenn sie durch die präoperative Eigenblutspende die Gelegenheit hatten, mit einem Arzt oder einer Schwester zu sprechen und aktiv an der Operationsvorbereitung teilzunehmen. Durch die präoperative Visite durch den Anästhesisten im Rahmen der Eigenblutspende konnten einige Patienten frühzeitig in die Klinik eingewiesen werden, was als indirekter Nutzen zu werten ist. Dazu zählt ebenfalls die Vermeidung potentieller Infektionen durch Fremdbluttransfusion wie HIV und Hepatitis und deren Folgekosten in der Therapie (Birkmeyer, J. D., 1994; Healy, J. C., 1994). Durch die schwieriger quantifizierbaren, immunmodulatorischen Vorgänge nach Fremdblutgabe können ebenfalls langfristig indirekte Kosten eingespart

werden. Studien belegen höhere postoperative, bakterielle Infektionsraten und damit auch schwerere Krankheitsverläufe, verlängerte Krankenhausaufenthalte, vermehrte Antibiotika-Therapien sowie Todesfälle und somit höheren Kosten nach Fremdblutgabe (Carson, J. L., 1999; Chang, H., 2000; Leal-Noval, S. R., 2001; Marquet, R. L., 1993; Murphy, P. J., 1992; Penner, M., 1994; Sonnenberg, F. A., 1999; Spahn, D., 2000). Untersuchungen bei Tumorpatienten lassen möglicherweise eine erhöhte Tumorrezidivrate durch homologes Blut aufgrund reduzierter Immunantwort vermuten (Habler, O., 1997; Heiss, M. M., 1994). Indirekte sowie intangible Kosten würden auch hier durch medizinische Weiterbehandlung, verkürzte Lebenszeit und schlechtere Lebensqualität der Patienten entstehen. Damit wäre neben dem direkten Nutzen durch Fremdblut- und Kosteneinsparungen auch ein indirekter und intangibler Nutzen am DHM zu erwarten.

5.4.2. Vergleich mit Wirtschaftlichkeitsanalysen

Insgesamt stellt die präoperative Eigenblutspende durch die Minimierung des Risikos aus medizinischer Sicht die bessere Alternative zu homologen Blutprodukten dar. Zusätzlich sparte die Eigenblutspende am DHM Kosten.

Die Frage jedoch, wie viel Kosten zusätzlich aufgewendet werden müssen, um das Risiko von Fremdbluttransfusionen durch Bedarfssenkung nicht nur zu reduzieren, sondern auszuschließen, wird in makroökonomischen Analysen gestellt. In Kosten-Effektivitäts-Studien, in denen nicht Blutmengen als Zielgröße gelten, sondern neben Herstellungskosten auch Komplikationen und deren Folgekosten analysiert werden, gilt als Maßstab für die Effektivität das „qualitätsbezogene gewonnene Lebensjahr“ (quality adjusted life year, QALY), um unterschiedliche medizinische Verläufe und Konsequenzen zu vergleichen. Sie hängen in starkem Maß von Transfusionsbedarf, Art, Organisation der Eigenblutentnahme- und retransfusion ab. Die Kosten eines QALYs berechnen sich aus der Differenz der Kosten für Eigen- und Fremdblut und der Differenz der QALYs von Eigenblutspendern und Patienten, die kein Eigenblut spendeten (Birkmeyer, J. D., 1994; Dietrich, G. V., 1996; Etchason, J., 1995):

$$\$(QALY) = \frac{\text{Kostendifferenz(EB / FB)}}{\text{Lebenserwartung(J)* KomplikationendurchFremdbluttransfusion}}$$

Demnach kostet in der Koronarchirurgie nach Birkmeyer et al. die präoperative Eigenblutspende \$ 508 000-\$ 909 000 (Birkmeyer, J. D., 1994, S.165), bei Etchason et al. \$ 494 000 (Etchason, J., 1995, S.721). Marchetti et al. errechneten über \$1 Million, unter Einbeziehung sowohl viraler Infektionen, während unter zusätzlicher Betrachtung von bakteriellen Infektionen, durch die präoperative Eigenblutspende Kosten gespart werden konnte (Marchetti, M., 2000, S.677).

Da das Ausmaß der postoperativen, bakteriellen Infektionsraten und immunmodulatorischer Vorgänge noch nicht genau definierbar ist (Gleason, D. H., 1997, S.69), sind HIV, Hepatitis und bakterielle Infektionen trotz verstärkter Sicherheitsmaßnahmen immer noch die hauptsächlich diskutierten Risikofaktoren (Dodd, R., 2000; Lower, J., 1994; McFarland, J. G., 1999). Das Risiko, eine HIV-infizierte Konserve zu bekommen ist sehr gering. Da es aber nie sicher auszuschließen ist, ist zumindest die Wahrscheinlichkeit einer Fremdbluttransfusion mit realistischem Aufwand möglichst weit zu senken.

Die Frage, wie viel ein vermuteter Zuwachs an Lebensqualität kosten darf, ist jedoch kaum zu beantworten. Aus ethischer Sicht müssten für jedes potentiell gerettete Menschenleben die benötigten Kosten aufgewendet werden. Lee et al. bestätigten die Bereitschaft von Patienten etwa \$1 000 für autologes Blut zu bezahlen (Lee, S. J., 1998, S.1162). Realitätsbezogen würden jedoch für jede maximale Risikominimierung die Kosten im Gesundheitsbereich explodieren.

Die Frage des Nutzen aus der Sicht des Gesundheitswesens korreliert daher nicht immer mit dem Nutzen für den einzelnen Patienten (AuBuchon, J. P., 1996, S.38). Da in Wirtschaftlichkeitsanalysen nicht alle potentiellen Kosten- und Nutzenparameter integriert werden können und medizinische Handlungen ausschließlich in Zahlen und Nutzwerten definiert werden, ist eine reine Analyse nach Gesichtspunkten der Kosten-Effektivität für Entscheidungsfindungen in der Medizin im gesundheitspolitischen Bereich als kritisch (Birkmeyer, J. D., 1994, S.168; Harris, J., 1995; Singer, P., 1995), am Krankenbett u.U. sogar als gefährlich zu betrachten (La Puma, J., 1990).

Die hohen Kosten für die präoperative Eigenblutspende wie z.B. bei Birkmeyer et al. und Etchason et al. sowie den damit verbundenen Diskussionen um QALYs stammen hauptsächlich aus den USA. Dort werden Eigenblutprodukte in Blutspendezentren produziert und von den Krankenhäusern abgenommen. Kostenerhebungen aus Deutschland, wie z.B. die vorliegenden Daten der präoperativen Eigenblutspende im eigenen Haus sind damit nicht direkt

vergleichbar. Werden in Deutschland Eigenblutprodukte von einem Blutspendedienst produziert und verkauft, müsste den erhöhten Kosten (insgesamt 207 DM mehr pro Eigen-EK+FFP) ebenfalls der erhöhte Nutzen gegenüber gestellt werden.

Am DHM wurde allein unter Einbeziehung der direkten Kosten Kostengleichheit bzw. Einsparungen durch die präoperative Eigenblutspende erreicht. Würden zusätzlich noch indirekte und intangible Kosten, bzw. Nutzen einbezogen, würden sich aus oben Genanntem ein zusätzlicher Nutzen und zusätzliche Kosteneinsparungen durch die Eigenblutspende ergeben. Da bei QALY-Berechnungen höhere Kosten für weniger Komplikationen in Kauf genommen werden, steht die Frage nach QALYs hier nicht im Vordergrund, da durch die Eigenblutspende sowohl direkte Kosten als auch indirekte Komplikationen durch Fremdblutgabe reduziert werden können.

5.5. Anwendung der Ergebnisse im klinischen Alltag

Die Rechtslage in der BRD schränkt den Diskussionsrahmen stark ein, da der Patient ab einem Transfusionsrisiko von 10%, unabhängig von ökonomischen und ethischen Überlegungen, das Recht auf die präoperative Eigenblutspende hat. Für alle Patienten am DHM (außer ASD) trifft dies zu. Durch die Eigenblutspende konnte die Inzidenz homologer Transfusionen, damit korrelierend auch die Risiken durch Fremdblut (Spahn, D., 2000, S.243), bis zu 60% reduziert werden.

Obwohl durch die Eigenblutspende am DHM bisher sowohl Fremdblut als auch Kosten eingespart werden konnten, ist sie anhand der Analysen, ihrer Effektivität, sowie ihrer ausdrücklichen Erwähnung im Transfusionsgesetz auch noch verbesserbar und weiter förderungswürdig. Es können bestimmte Zielgruppen mit niedriger Inzidenz für Fremdbluttransfusionen identifiziert werden (z.B. jüngere Männer mit koronarer Eingefäßerkrankung). Je geringer das Transfusionsrisiko, desto weniger ist auch die Eigenblutspende, bzw. hohe Spendemengen indiziert. Für bestimmte Patientengruppen kann der ideale Transfusionsbedarf ermittelt werden.

Da eine Einheit in keiner Diagnosegruppe das Risiko einer homologen Transfusion signifikant senken konnte, war nach den Transfusionsmodalitäten am DHM für alle KHE- und AKE-Patienten die effektivste, signifikante Risikosenkung für eine Fremdblutgabe durch zwei Einheiten Eigenblut zu erreichen. Eine dritte Einheit verbesserte das Ergebnis nicht

mehr signifikant. Für männliche Patienten war dadurch auch die Menge einer Fremdbluttransfusion zu senken. Bei weiblichen KHE- und AKE-Patienten gelang dies mit drei Einheiten, signifikant war die Senkung aber nur bei weiblichen AKE-Patienten.

Nur zwei ASD-Patienten erhielten Fremdblut. Die durchschnittliche Fremdblutmenge für Eigenblutspender wurde somit nicht signifikant reduziert. Da während dieser Operation normalerweise keine Transfusionen benötigt werden (erhobenes Transfusionsrisiko 7%), hat die Eigenblutspende eventuell einen intagiblen Nutzen, indem sie bei jungen und zur Eigenblutspende hochmotivierten Patienten Ängste reduziert. Obwohl gerade bei jüngeren Patienten eine potentielle Transfusionsinfektion mehr Konsequenz auf die Lebensqualität hätte, kann ein besonderer Transfusionsbedarf auch mit der präoperativen Eigenblutspende nie ausgeschlossen werden, weshalb sie bei ASD-Patienten aus medizinischer und ökonomischer Sicht nicht sinnvoll ist.

Die Entscheidungsbaumanalysen bieten Anhaltspunkte für Ärzte und Patienten, individuelle Risiken abzuschätzen und nach den Erfahrungswerten zahlreicher Patienten im Einzelfall abzuwägen. Die starken Schwankungen des Transfusionsbedarfs und der Kosten in verschiedenen Studien zeigen, dass die Transfusionsstrategien nicht generell und für verschieden Operationsarten, sondern für die einzelnen Kliniken optimierbar sind (Dietrich, W., 1999, S.876). Unter Einbeziehung und Dokumentation zusätzlicher Faktoren, wie klinischer Parameter und Transfusionstriggern (Brecher, M. E., 1997; Hardy, J. F., 2000; Mercuriali, F., 1996; Singbartl, G., 1999), sind erweiterte und spezifische Bedarfsabschätzungen möglich. Zusammen mit der genauen Dokumentation verworfener Eigenblutkonserven wäre bei einer Eigenbluttransfusion nach strengen Kriterien (Dupuis, J. Y., 1999, S.1000) der ideale Transfusionsbedarf zu ermitteln. Wenn die Eigenblutspende ab einer Transfusionswahrscheinlichkeit von 10% durchgeführt, und Eigenblut nach den gleichen Kriterien wie Fremdblut transfundiert würde, müsste die verworfene oder verfallene Konservenzahl teilweise sehr hoch, laut Literatur bis zu 50% sein (Domen, R. E., 1996, S.297).

Durch Einsparungen und Effektivitätssteigerungen, z.B. durch eine bessere Auslastung der Eigenblutambulanz, wären weitere Kostensenkungen möglich. Eine genauere betriebswirtschaftliche Analyse, die einen möglichen Leistungszuwachs bei konstanten Fixkosten berücksichtigt, würde im Rahmen einer Planerfolgsrechnung eine „Break-even-Analyse“ erlauben. Dabei wird eine kritische Leistungsmenge berechnet, bei der geplante Erlöse und geplante Kosten deckungsgleich sind (Singbartl, G., 1999, S.351).

In langfristig angelegten Studien könnten spezifische Risiken für postoperative Infektionen und andere Komplikationen nach Eigen- und Fremdbluttransfusion erhoben, und spezifische Kosten-Effektivitäts-Analysen durchgeführt werden (Birkmeyer, J. D., 1994; Etchason, J., 1995). Entscheidungen in der Medizin sollten allerdings nicht allein auf Wirtschaftlichkeitsanalysen, sondern auf einem breiten Aufgebot ökonomischer und nicht-ökonomischer Faktoren basieren (Birkmeyer, J. D., 1994, S.169).

6. Zusammenfassung

Anhand der Daten von 3031 Patienten, die sich von Januar 1995 bis Juni 1998 im Deutschen Herzzentrum München (DHM) Herzoperationen unterzogen, wurden die medizinischen und ökonomischen Aspekte der präoperativen Eigenblutspende untersucht. Von diesen Patienten spendeten 766 (25%) insgesamt 1983 Einheiten Eigenblut.

Ernstere Komplikationen waren während der Eigenblutspende nicht zu beobachten. Die präoperativen Hb-Werte der Eigenblutspender waren signifikant niedriger, die postoperativen Hb-Werte signifikant höher als bei den Patienten, die kein Eigenblut gespendet hatten.

Der Fremdblutbedarf wurde durch die Eigenblutspende signifikant reduziert: die Inzidenz homologer Transfusionen lag bei Patienten ohne Eigenblutspende bei 64% (52% bei männlichen, 80% bei weiblichen Patienten). Sie konnte durch die Eigenblutspende auf 16% (14% bei männlichen, 22% bei weiblichen Patienten) reduziert werden ($p < 0,05$). Im Mittel wurden 2,5 Einheiten Eigenblut gespendet und damit rechnerisch 1,8 homologe Erythrozytenkonzentrate (EKs) pro Eigenblutspender eingespart. Umgerechnet ersetzte somit eine Einheit Eigenblut durchschnittlich 0,7 Einheiten homologes EK. Die präoperative Spende von zwei Einheiten Eigenblut erwies sich als medizinisch und ökonomisch am effektivsten.

Die Herstellung einer Einheit Eigenblut kostete 167,47 DM, ein homologes EK vom Einkauf bis zur Transfusion 211,37 DM und ein homologes Frischplasma 181,71 DM. Die durchschnittlichen Transfusionskosten für einen Eigenblutspender betragen insgesamt 554,94 DM, für einen Nicht-Spender 617,43 DM. Neben der Transfusionskosteneinsparung kommen weitere positive Nutzeffekte der Eigenblutspende in Betracht, die hier nicht monetär bewertet wurden.

Die durchschnittlichen Kosten für homologe Transfusionen variieren mit dem Schweregrad der Erkrankung, der Art der durchgeführten Operation und dem Geschlecht. Entscheidend für eine weitere Verbesserung und Effektivierung der Fremdblut- und Kosteneinsparung durch Eigenblut ist die Analyse des Transfusionsbedarfs innerhalb vergleichbarer Patientengruppen. Dafür wurden Entscheidungsbaumanalysen erstellt, die eine fallbezogene Beurteilung der Eigenblutspende innerhalb dieser Gruppen ermöglichen und zudem als Grundlage für eine noch bedarfsgerechtere Gestaltung der Eigenblutspende dienen können.

Juristisch gefordert, ist die präoperative Eigenblutspende in der Herzchirurgie auch aus medizinischer und ökonomischer Sicht eine sinnvolle, sichere und förderungswürdige Alternative und Ergänzung zur homologen Transfusion.

7. Literaturverzeichnis

- Alvarez, G., Hebert, P. C., Szick, S.: Debate: transfusing to normal haemoglobin levels will not improve outcome. *Crit Care* 5 (2001) 56-63
- AuBuchon, J. P.: Cost-effectiveness of preoperative autologous blood donation for orthopedic and cardiac surgeries. *Am J Med* 101 (1996) 38S-42S
- "Betriebsverordnung für pharmazeutische Unternehmer (PharmBetrV)." Bundesgesetzblatt I, Bundesministerium der Justiz, Berlin, 1985, 546
- Birkmeyer, J. D., AuBuchon, J. P., Littenberg, B., O'Connor, G. T., Nease, R. F., Jr., Nugent, W. C., Goodnough, L. T.: Cost-effectiveness of preoperative autologous donation in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 57 (1994) 161-8
- Birkmeyer, J. D., Birkmeyer, N. O.: Decision analysis in surgery. *Surgery* 120 (1996) 7-15
- Blum, L. N., Allen, J. R., Genel, M., Howe, J. P., 3rd: Crossover use of donated blood for autologous transfusion: report of the Council on Scientific Affairs, American Medical Association. *Transfusion* 38 (1998) 891-5
- Bock, R. W.: Arzthaftung und Aufklärung des Patienten im Zusammenhang mit der Anwendung von Blut- und Plasmaprodukten. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 34 (1999) 501-3
- Brecher, M. E., Monk, T., Goodnough, L. T.: A standardized method for calculating blood loss. *Transfusion* 37 (1997) 1070-4
- Britton, L. W., Eastlund, D. T., Dziuban, S. W., Foster, E. D., McIllduff, J. B., Canavan, T. E., Older, T. M.: Predonated autologous blood use in elective cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 47 (1989) 529-32
- Carson, J. L., Altman, D. G., Duff, A., Noveck, H., Weinstein, M. P., Sonnenberg, F. A., Hudson, J. I., Provenzano, G.: Risk of bacterial infection associated with allogeneic blood transfusion among patients undergoing hip fracture repair. *Transfusion* 39 (1999) 694-700
- Chang, H., Hall, G. A., Geerts, W. H., Greenwood, C., McLeod, R. S., Sher, G. D.: Allogeneic red blood cell transfusion is an independent risk factor for the development of postoperative bacterial infection. *Vox Sang* 78 (2000) 13-8
- Diekamp, U.: Herstellungskostenvergleich allogener und autogener Blutkonserven. *Beitr Infusionsther Transfusionsmed* 32 (1994) 505-11

- Dietrich, G. V.: Eigenblutspende versus Fremdbluttransfusion-eine Kosten-Nutzen-Analyse. Zentralbl Chir 121 (1996) 841-6
- Dietrich, W., Luth, J., Kormann, J., Wick, S., Kaiser, W., Eberle, B., Karliczek, F., Junger, A., Gille, A., Schwerdt, M., Eleftheriadis, S., Jaschik, M.: Intraoperativer Fremdblutverbrauch und Eigenbluttransfusion in der Kardioanästhesie. Datenanalyse von 7729 Patienten aus 12 herzchirurgischen Kliniken. Anaesthesist 48 (1999) 876-83
- Dodd, R.: Current viral risks of blood and blood products. Ann Med 32 (2000) 469-74
- Domen, R. E.: Preoperative autologous blood donation: clinical, economic, and ethical issues. Cleve Clin J Med 63 (1996) 295-300
- Dupuis, J. Y., Bart, B., Bryson, G., Robblee, J.: Transfusion practices among patients who did and did not predonate autologous blood before elective cardiac surgery. CMAJ 160 (1999) 997-1002
- Dzik, W. H., Fleisher, A. G., Ciavarella, D., Karlson, K. J., Reed, G. E., Berger, R. L.: Safety and efficacy of autologous blood donation before elective aortic valve operation. Ann Thorac Surg 54 (1992) 1177-80; discussion 1180-1
- Eberhardt, M., Crahé, R., Gehring, H., Geil, W., Gräber, T., Lindig, M., Meier, T., Ocklitz, E., von Pindoll, V., F., R.: Arbeitstechniken. In: "Klinikleitfaden Anästhesie: Arbeitstechniken, Narkoseverfahren, Management, Notfall". Eberhardt M., Schäfer R. (Hrsg.), Urban & Fischer, München-Jena, 1998, 3. Auflage, 64-171
- Entholzner, E., Mielke, L., Kling, M., Plotz, W., Malek, A., Burgkart, R., Hargasser, S., Hipp, E., Hipp, R.: Strategien zur Minimierung der Fremdblutgabe bei elektiven Eingriffen. Fortschr Med 112 (1994) 401-4
- Ergebnisse einer Konsensuskonferenz zum Thema "Fremdblutsparende Methoden in der operativen Medizin". Chirurg 63 (1992) 110-7
- Etchason, J., Petz, L., Keeler, E., Calhoun, L., Kleinman, S., Snider, C., Fink, A., Brook, R.: The cost effectiveness of preoperative autologous blood donations. N Engl J Med 332 (1995) 719-24
- Finlayson, S. R., Birkmeyer, J. D.: Cost-effectiveness analysis in surgery. Surgery 123 (1998) 151-6
- Forbes, J. M., Anderson, M. D., Anderson, G. F., Bleecker, G. C., Rossi, E. C., Moss, G. S.: Blood transfusion costs: a multicenter study. Transfusion 31 (1991) 318-23

- Forgie, M. A., Wells, P. S., Laupacis, A., Fergusson, D.: Preoperative autologous donation decreases allogeneic transfusion but increases exposure to all red blood cell transfusion: results of a meta-analysis. International Study of Perioperative Transfusion (ISPOT) Investigators. Arch Intern Med 158 (1998) 610-6
- Frey, L., Messmer, K.: Blutersatz in der elektiven Chirurgie: Ergebnisse der Sanguis - Studie. Infusionsther Transfusionsmed 20 Suppl 2 (1993) 12-5
- Fricker, J.: BSE crisis-transmission through blood transfusions? Trends Mol Med 7 (2001) 2-3
- Gandini, G., Franchini, M., Bertuzzo, D., Olzer, D., Crocco, I., De, G. M., Aprili, G.: Preoperative autologous blood donation by 1073 elderly patients undergoing elective surgery: a safe and effective practice. Transfusion 39 (1999) 174-8
- Georgi, R.: Der ökonomische Aspekt der autologen Bluttransfusion am Beispiel des prothetischen Hüftgelenkersatzes. Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 26 (1991) 205-6
- "Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln (Arzneimittelgesetz - AMG)." Bundesgesetzblatt I, Bundesministerium der Justiz, Berlin, 1994, 3018
- "Gesetz zur Regelung des Transfusionswesens (Transfusionsgesetz - TFG)." Bundesgesetzblatt I, Bundesministerium der Justiz, Berlin, 1998, 1752-1760
- Glaeske, G.: Evidence-based medicine aus Sicht der Krankenkasse - ein Rahmen für qualifizierte Therapiefreiheit und verbesserte Wirtschaftlichkeit? Z Aertzl Fortbild Qualitaetssich 93 (1999) 421-6
- Gleason, D. H., Leone, B. J.: Cost effectiveness of blood transfusions: risk and benefit. CRNA 8 (1997) 69-76
- Gombotz, H., Kulier, A.: Reduktion des Fremdblutverbrauchs in der operativen Medizin. Anaesthesist 44 (1995) 191-218
- Goodnough, L. T., Bravo, J. R., Hsueh, Y. S., Keating, L. J., Brittenham, G. M.: Red blood cell mass in autologous and homologous blood units. Implications for risk/benefit assessment of autologous blood crossover and directed blood transfusion. Transfusion 29 (1989) 821-2
- Goodnough, L. T., Brecher, M. E.: Autologous blood transfusion. Intern Med 37 (1998) 238-45

- Graham, I., Fergusson, D., Dokainish, H., Biggs, J., McAuley, L., Laupacis, A.: Autologous versus allogeneic transfusion: patients' perceptions and experiences. *CMAJ* 160 (1999) 989-95
- Grant, F., Laupacis, A., O'Connor, A., Rubens, F., Robblee, J.: Evaluation of a decision aid for patients considering autologous blood donation before open-heart surgery. *CMAJ* 164 (2001) 1139-44
- Habler, O., Messmer, K.: Verfahren zur Reduktion von Fremdbluttransfusionen in der operativen Medizin. *Anaesthesist* 46 (1997) 915-26
- Hanfland, P.: Synopsis der neuesten Rechtsprechung zur Hämotherapie: Konsequenzen für Ärzte und Krankenhaussträger. *Infusionsther Transfusionsmed* 20 (1993) 70-4
- Hansen, E., Martin, E., Heim, M. U.: Aktuelle Aspekte der autologen Transfusion. *Anaesthesist* 35 (1986) 577-80
- Hardy, J. F., Belisle, S., Decary, F.: Cardiac surgical patients must not be denied the benefits of autologous blood predonation. *Can J Anaesth* 41 (1994) 1021-6
- Hardy, J. F., Harel, F., Belisle, S.: Transfusions in patients undergoing cardiac surgery with autologous blood. *Can J Anaesth* 47 (2000) 705-11
- Harris, J.: Double jeopardy and the veil of ignorance-a reply. *J Med Ethics* 21 (1995) 151-7
- Healy, J. C., Frankforter, S. A., Graves, B. K., Reddy, R. L., Beck, J. R.: Preoperative autologous blood donation in total-hip arthroplasty. A cost-effectiveness analysis. *Arch Pathol Lab Med* 118 (1994) 465-70
- Heiss, M. M., Mempel, W., Delanoff, C., Jauch, K. W., Gabka, C., Mempel, M., Dieterich, H. J., Eissner, H. J., Schildberg, F. W.: Blood transfusion-modulated tumor recurrence: first results of a randomized study of autologous versus allogeneic blood transfusion in colorectal cancer surgery. *J Clin Oncol* 12 (1994) 1859-67
- Hitzler, W., Bauerfeind, U., Schomig-Brekner, J., Mathias, D.: Autologe Transfusion - Organisation und Ergebnisse der präoperativen Eigenblutspende kardiochirurgischer Patienten. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 27 (1992) 18-22
- Houston, F., Foster, J. D., Chong, A., Hunter, N., Bostock, C. J.: Transmission of BSE by blood transfusion in sheep. *Lancet* 356 (2000) 999-1000
- Hutschenreuter, G., Reyle-Hahn, M.: Transfusionsgesetz. *Anaesthesist* 49 (2000) 861-6
- Innerhofer, P., Walleczek, C., Luz, G., Hobisch-Hagen, P., Benzer, A., Stockl, B., Hassenberger, G., Nussbaumer, W., Schobersberger, W.: Transfusion of buffy coat-depleted

- blood components and risk of postoperative infection in orthopedic patients. *Transfusion* 39 (1999) 625-32
- Johannesson, M.: The relationship between cost-effectiveness analysis and cost-benefit analysis. *Soc Sci Med* 41 (1995) 483-9
- Karlsson, G., Johannesson, M.: Cost-effectiveness analysis and capital costs. *Soc Sci Med* 46 (1998) 1183-91
- Kasper, S. M., Ellering, J., Stachwitz, P., Lynch, J., Grunenber, R., Buzello, W.: All adverse events in autologous blood donors with cardiac disease are not necessarily caused by blood donation. *Transfusion* 38 (1998) 669-73
- Kasper, S. M., Gerlich, W., Buzello, W.: Preoperative red cell production in patients undergoing weekly autologous blood donation. *Transfusion* 37 (1997) 1058-62
- Kilgore, M. L., Pacifico, A. D.: Shed mediastinal blood transfusion after cardiac operations: a cost-effectiveness analysis. *Ann Thorac Surg* 65 (1998) 1248-54
- Kretschmer, V., Weippert-Kretschmer, M.: Eigenblut als Vollblut oder Blutkomponenten? *Beitr Infusionsther* 31 (1993) 209-14
- Krier, C., Henn Beilharz, A.: Autologe Transfusionskonzepte - juristische Notwendigkeit oder praktikabler Fortschritt? Gibt es Konsequenzen aus dem neuen BGH-Urteil? *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 27 (1992) 129-30
- Kulka, P. J., Tryba, M., Welsch, P., Zenz, M.: Die Effektivität der Eigenblutspende in der Koronarchirurgie - eine retrospektive Analyse. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 32 (1997) 291-7
- Kwapisz, M. M., Dietrich, G., Viehl, H., Hempelmann, G.: Risikofaktoren und Häufigkeiten von Nebenwirkungen bei autologen Blutentnahmen. *Anaesthesist* 47 (1998) 644-50
- La Puma, J., Lawlor, E. F.: Quality-adjusted life-years. Ethical implications for physicians and policymakers. *JAMA* 263 (1990) 2917-21
- Leal-Noval, S. R., Rincon-Ferrari, M. D., Garcia-Curiel, A., Herruzo-Aviles, A., Camacho-Larana, P., Garnacho-Montero, J., Amaya-Villar, R.: Transfusion of blood components and postoperative infection in patients undergoing cardiac surgery. *Chest* 119 (2001) 1461-8
- Lee, S. J., Liljas, B., Neumann, P. J., Weinstein, M. C., Johannesson, M.: The impact of risk information on patients' willingness to pay for autologous blood donation. *Med Care* 36 (1998) 1162-73

- "Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten". Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer, Deutscher Ärzteverlag Köln, 2001
- Letts, M., Perng, R., Luke, B., Jarvis, J., Lawton, L., Hoey, S.: An analysis of a preoperative pediatric autologous blood donation program. *Can J Surg* 43 (2000) 125-9
- Love, T. R., Hendren, W. G., O'Keefe, D. D., Daggett, W. M.: Transfusion of predonated autologous blood in elective cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 43 (1987) 508-12
- Lower, J.: Sicherheit von Blut und Blutprodukten. *Internist (Berl)* 35 (1994) 929-33
- Lubarsky, D. A.: Understanding the term "cost-effectiveness". *J Clin Anesth* 9 (1997) 603-4
- Lutter, G., Beyersdorf, F.: Blutungsprobleme in der offenen Herzchirurgie. *Chirurg* 71 (2000) 369-73
- Marchetti, M., Barosi, G.: Cost-effectiveness of epoetin and autologous blood donation in reducing allogeneic blood transfusions in coronary artery bypass graft surgery. *Transfusion* 40 (2000) 673-81
- Marquet, R. L., Hoynck van Papendrecht, M. A., Busch, O. R., Jeekel, J.: Blood donation leads to a decrease in natural killer cell activity: a study in normal blood donors and cancer patients. *Transfusion* 33 (1993) 368-73
- McFarland, J. G.: Perioperative blood transfusions: indications and options. *Chest* 115 (1999) 113S-121S
- McVay, P. A., Fung, H. C., Toy, P. T.: Return of autologous blood donors as homologous blood donors. *Transfusion* 31 (1991) 119-21
- Mercuriali, F., Inghilleri, G.: Proposal of an algorithm to help the choice of the best transfusion strategy. *Curr Med Res Opin* 13 (1996) 465-78
- Messelken, M., Martin, J., Milewski, P.: Qualitätsmanagement in der Eigenblutspende. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 31 (1996) 91-5
- Monk, T. G.: Alternatives to allogeneic blood transfusions. *Can J Anaesth* 46 (1999) R3-9
- Murphy, P. J., Connery, C., Hicks, G. L., Jr., Blumberg, N.: Homologous blood transfusion as a risk factor for postoperative infection after coronary artery bypass graft operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 104 (1992) 1092-9
- Ovidius Naso, P.: "Metamorphosen: Epos in 15 Bänden" herausgegeben und übersetzt von H. Breitenbach, Artemis-Verlag, Zürich, 1958, Buch 7

- Owings, D. V., Kruskall, M. S., Thurer, R. L., Donovan, L. M.: Autologous blood donations prior to elective cardiac surgery. Safety and effect on subsequent blood use. *JAMA* 262 (1989) 1963-8
- Pauker, S. G., Kassirer, J. P.: Therapeutic decision making: a cost-benefit analysis. *N Engl J Med* 293 (1975) 229-34
- Penner, M., Sibrowski, W.: Nutzen und Risiken der Eigenblutspende. *Infusionsther Transfusionsmed* 1 (1994) 64-8
- Pinto, G. V.: Assessment of perioperative blood transfusion in cardiac surgery using administrative data. *Transfus Sci* 23 (2000) 75-81
- Regan, F. A., Hewitt, P., Barbara, J. A., Contreras, M.: Prospective investigation of transfusion transmitted infection in recipients of over 20 000 units of blood. TTI Study Group. *BMJ* 320 (2000) 403-6
- "Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Hämotherapie)". Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer und Paul-Ehrlich-Institut, Deutscher Ärzteverlag Köln, 2000
- Schlund, G. H.: Bluttransfusion und Blutprodukte - Risiken und Alternativen (aus zivilrechtlicher Sicht des Richters). *Geburtshilfe Frauenheilkd* 54 (1994) M133-6
- Seifried, E., Soedel, G.: Kosten der Sicherheit von Blut und Blutprodukten. *Zentralbl Chir* 120 (1995) 584-92
- Singbartl, G., Schleinzler, W.: Qualitätssicherung bei der präoperativen Eigenblutentnahme aus der Sicht des Anästhesisten. *Beitr Infusionsther* 31 (1993) 193-201
- Singbartl, G., Schleinzler, W.: Kostenanalyse autologer Transfusionsverfahren - eine Untersuchung bei 5017 Patienten. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 34 (1999) 350-8
- Singer, P., McKie, J., Kuhse, H., Richardson, J.: Double jeopardy and the use of QALYs in health care allocation. *J Med Ethics* 21 (1995) 144-50
- Sonnenberg, F. A., Gregory, P., Yomtovian, R., Russell, L. B., Tierney, W., Kosmin, M., Carson, J. L.: The cost-effectiveness of autologous transfusion revisited: implications of an increased risk of bacterial infection with allogeneic transfusion. *Transfusion* 39 (1999) 808-17
- Spahn, D., Casutt, M.: Eliminating blood transfusions: new aspects and perspectives. *Anesthesiology* 93 (2000) 242-55

- Spiess, B. D.: Pro: autologous blood should be available for elective cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 8 (1994) 231-7
- Stehling, L., Zauder, H. L.: Controversies in transfusion medicine. Perioperative hemodilution: pro. *Transfusion* 34 (1994) 265-8
- Sthabunswadigarn, S., Tardtong, P., Atamasirikul, K., Suwannuruk, R., Suddhasthira, T.: Iron stores in autologous blood donors. *J Med Assoc Thai* 83 Suppl 1 (2000) S137-40
- Striebel, H. W.: "Anästhesie und Intensivmedizin" Schattauer-Verlagsgesellschaft, Stuttgart-New York, 2000, 4. Auflage
- Szucs, T. D.: Was ist medizinische Ökonomie? *Med Klin* 91 (1996) 49-53
- Szucs, T. D., Müller, E. I., Berger, K.: Die Kostenstruktur der Hepatitis-B-Infektion. *Fortschr Med* 115 (1997) 47-8
- Szucs, T. D., Schramm, W.: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von medizinischen Therapien - Methodologische Grundlagen. *Zentralbl Chir* 120 (1995) 577-83
- Thurer, R. L.: Blood transfusion in cardiac surgery. *Can J Anaesth* 48 (2001) S6-12
- Tretiak, R., Laupacis, A., Riviere, M., McKerracher, K., Souetre, E.: Cost of allogeneic and autologous blood transfusion in Canada. Canadian Cost of Transfusion Study Group. *CMAJ* 154 (1996) 1501-8
- Trouern Trend, J. J., Cable, R. G., Badon, S. J., Newman, B. H., Popovsky, M. A.: A case-controlled multicenter study of vasovagal reactions in blood donors: influence of sex, age, donation status, weight, blood pressure, and pulse. *Transfusion* 39 (1999) 316-20
- Van der Linden, P.: Transfusion strategy. *Eur J Anaesthesiol* 18 (2001) 495-8
- Weinstein, M. C.: Methodologic issues in policy modeling for cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol* 14 (1989) 38A-43A
- Weisbach, V., Skoda, P., Rippel, R., Lauer, G., Glaser, A., Zingsem, J., Zimmermann, R., Eckstein, R.: Oral or intravenous iron as an adjuvant to autologous blood donation in elective surgery: a randomized, controlled study. *Transfusion* 39 (1999) 465-72

8. Anhang

Zu 4.5.1. Autologes Blut: Aufschlüsselung des Posten „Sonstiges“ der Kostenerhebung für Eigenblutprodukte am DHM

<i>SONSTIGES</i>	
Einmalrasierer (5)	1,00 DM
Einmal-Scheren (50)	67,00 DM
Entsorgungsbox (50)	65,00 DM
Staubbinde (5)	52,75 DM
Eucerin Lotion und Salbe (je 1)	14,50 DM
Kleenex-Tücher (1300)	112,00 DM
Nurse-Stethoskop (0,5)	6,00 DM
Mauserkasten (2)	20,00 DM
Plastikbecher(600)	30,00 DM
Bleistifte (6)	2,00 DM
Heftklammern (1000)	0,50 DM
Ordner (10)	22,00 DM
Fluid, Lochverstärker (je 1)	3,00 DM
Ablagekasten (2)	6,00 DM
Kugelschreiberminen (10)	1,00 DM
Karteikasten (1)	33,00 DM
Schreibplatte (2)	24,50 DM
Aktenhüllen, Trennblätter (je 50)	14,50 DM
Sonstiges Büro	16,75 DM
Diomed Eigenblut (200)	65,00 DM
Etiketten Marcumar (2)	149,30 DM
Etiketten ASS (2)	149,30 DM
Etiketten Plasmapherese (2)	149,30 DM
Laserkopieretiketten (1)	44,00 DM
Arzneien	1,95 DM
Summe pro Konserve (582/Jahr)	1,80 DM

Zu 4.4.2 Entscheidungsbaumanalyse

Zu Baum 14 bis 17: Fremdbluteinsparung durch Eigenblut bei allen Patienten (verschiedene NYHA-Gruppierungen):

Zum Vergleich zu den Entscheidungsbäumen im Ergebnisteil sind im folgenden die Entscheidungsbäume der gleichen Diagnosegruppen mit unterschiedlichen NYHA-Gruppierungen dargestellt (vgl. auch Tabelle 31).

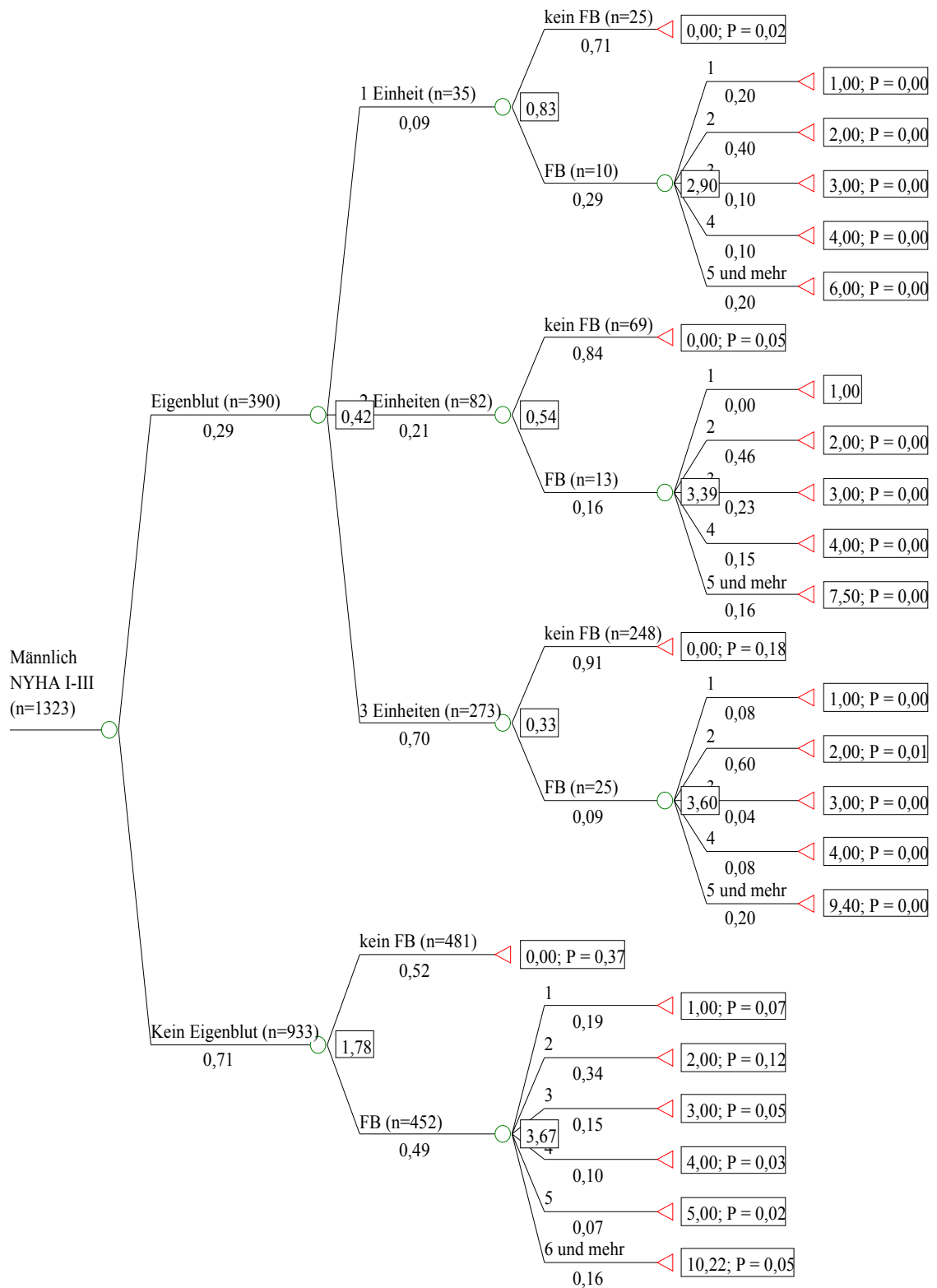
Der Transfusionsbedarf der männlichen Eigenblutspender sinkt im Vergleich zur Gesamtgruppe bei Reduktion der Patienten auf die Risikogruppen NYHA III, bzw. II. Dies zeigt, dass „gesündere“ Patienten einen insgesamt niedrigeren Transfusionsbedarf hatten. Die Bilanz der Fremdbluteinsparung durch Eigenblut verschiebt sich mit abnehmender NYHA-Klassifikation zu Ungunsten der Eigenblutspende, da die Differenz des Fremdblutbedarfs der beiden Gruppen immer geringer wird. Allerdings zeigt die Vergleichsanalyse mit NYHA I und II-Patienten auch, dass durch die Eigenblutspende bei „gesünderen“ Patienten effektiver Eigenblut eingespart wurde und bei dieser Patientengruppe damit ebenfalls als fremdblutsparende Maßnahme sinnvoll ist.

Bei den weiblichen Patienten dagegen unterscheidet sich die Gruppe der NYHA I-III-Patienten kaum von der Gesamtgruppe der weiblichen Patienten. Erst mit dem weiteren Ausschluss der NYHA III-Patienten sinkt bei Eigenblutspendern als auch Nicht-Spendern sowohl der Fremdblutbedarf als auch die Differenz des Bedarfs zwischen den beiden Gruppen.

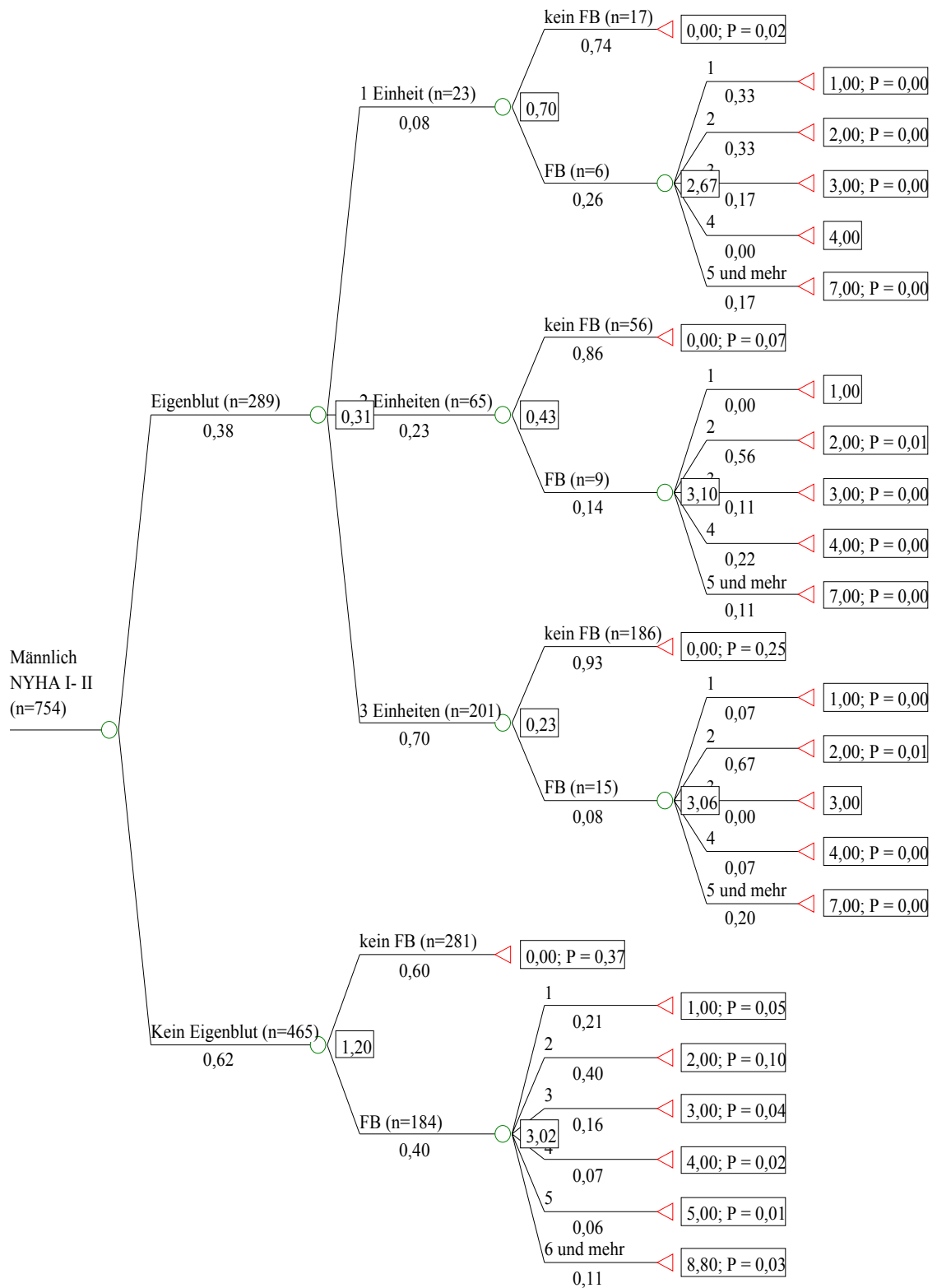
Zu Baum 18 bis 21: Fremdbluteinsparung bei KHE-Patienten (verschiedene NYHA-Gruppierungen):

Bei männlichen und weiblichen KHE-Patienten ohne NYHA-Klassifikation bzw. I und II zeigte sich im Vergleich zur repräsentativsten Analyse der NYHA I-III-Patienten im Ergebnisteil ein ähnliches Verhalten wie in der Gesamtgruppe. Der Fremdblutbedarf und die Transfusionswahrscheinlichkeit der Eigenblutspender lagen unabhängig von der NYHA-Gruppierung jeweils signifikant unter dem der Nicht-Spender (vgl. auch Tabelle 31). Die Differenz des Fremdblutbedarfs der beiden Gruppen sinkt jedoch nach Ausklammerung von NYHA III und IV-Patienten, somit auch die Menge an Eigenblut, die zur Einsparung einer Einheit Fremdblut nötig ist (vgl. Tabelle 21).

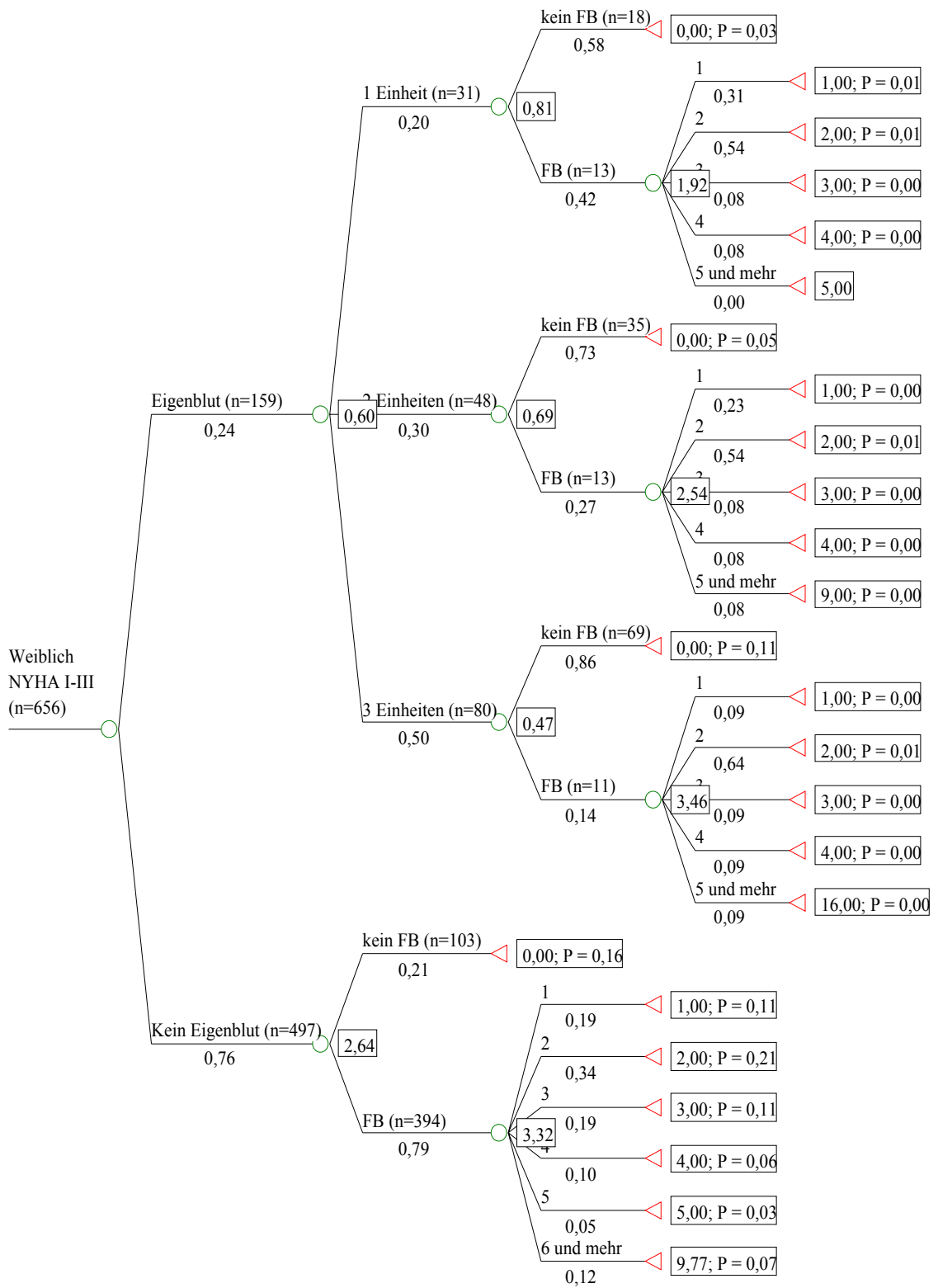
Baum 14: Männlich und NYHA I bis III



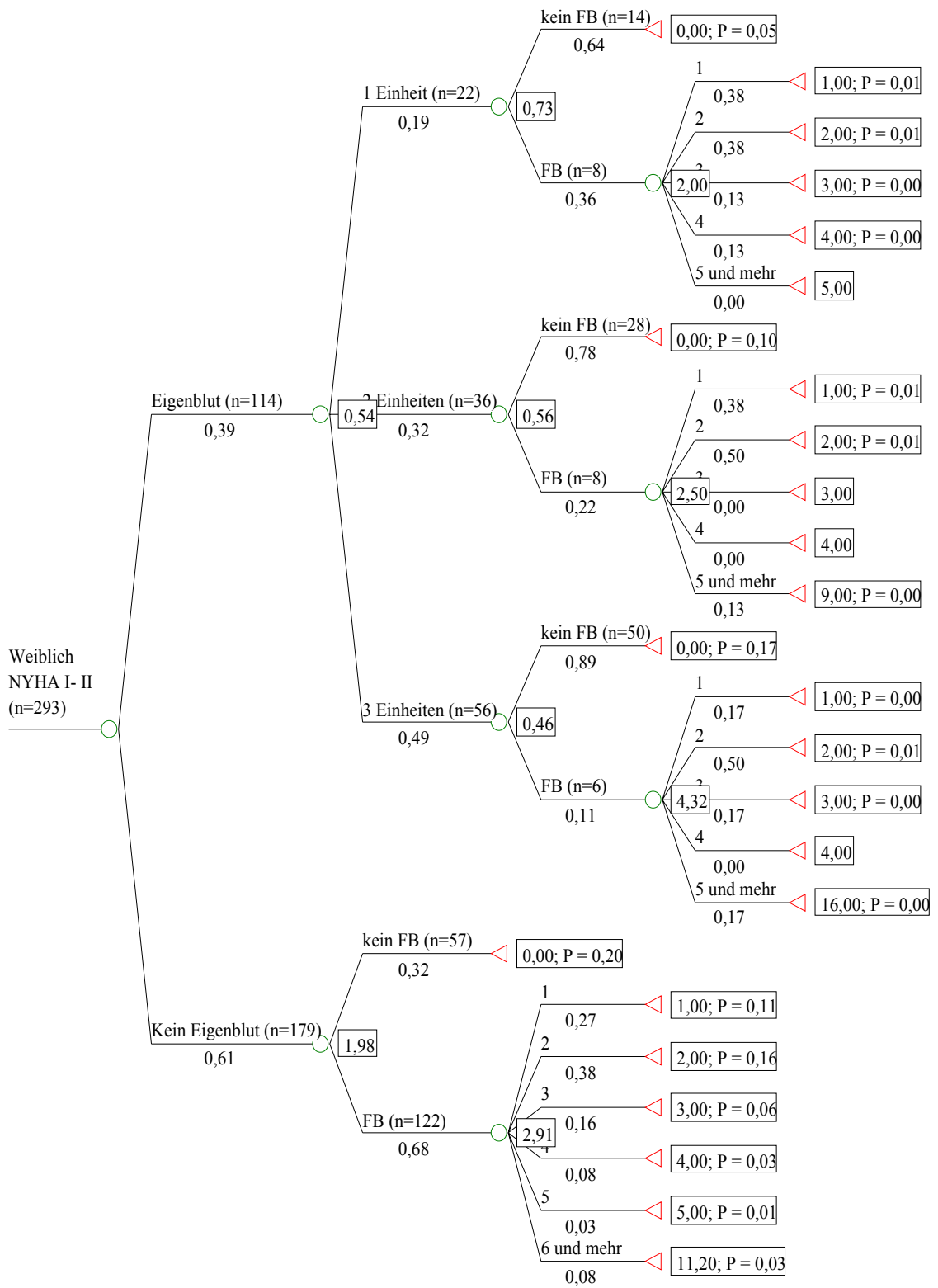
Baum 15: Männlich und NYHA I bis II



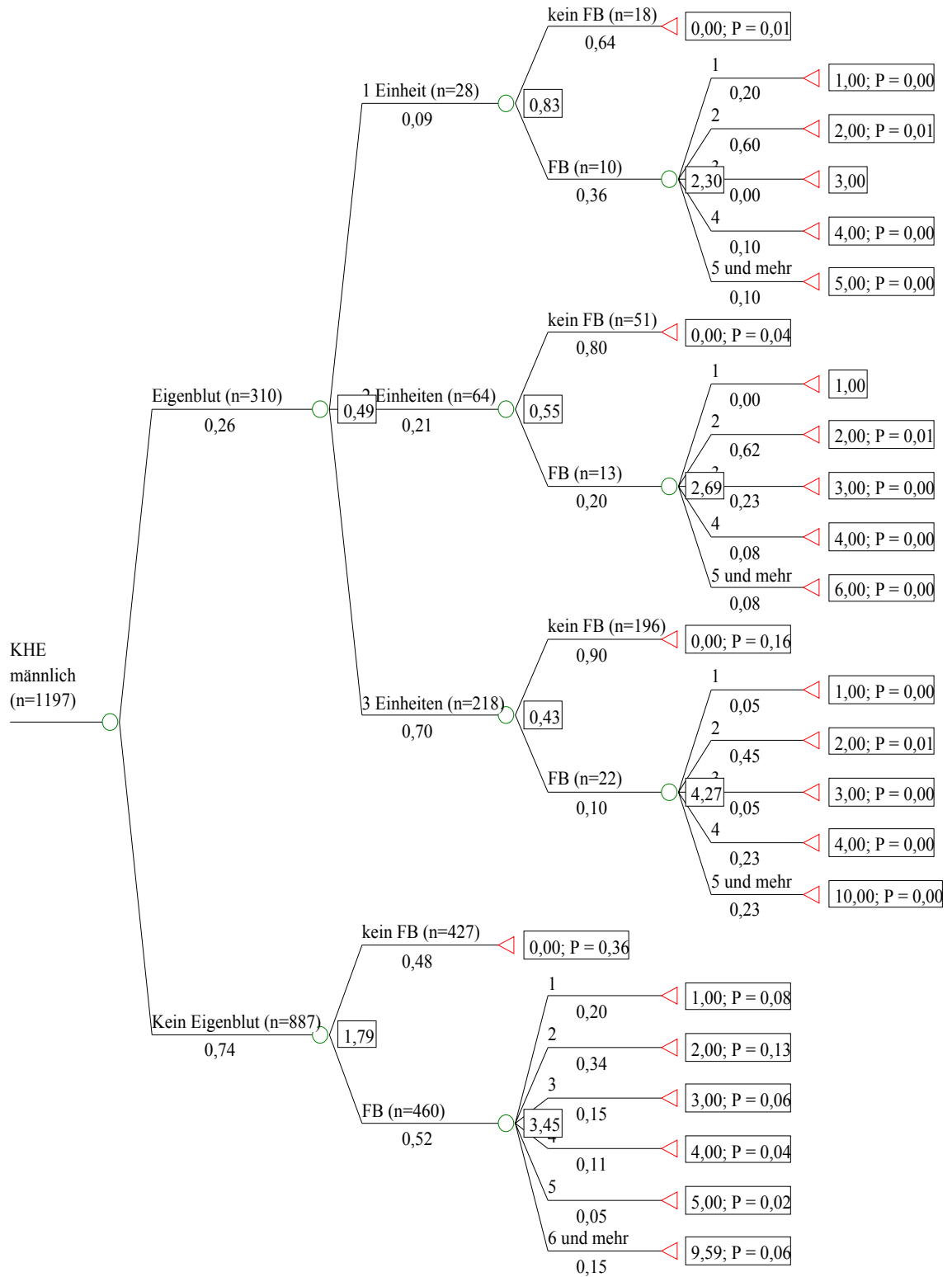
Baum 16: Weiblich und NYHA I bis III



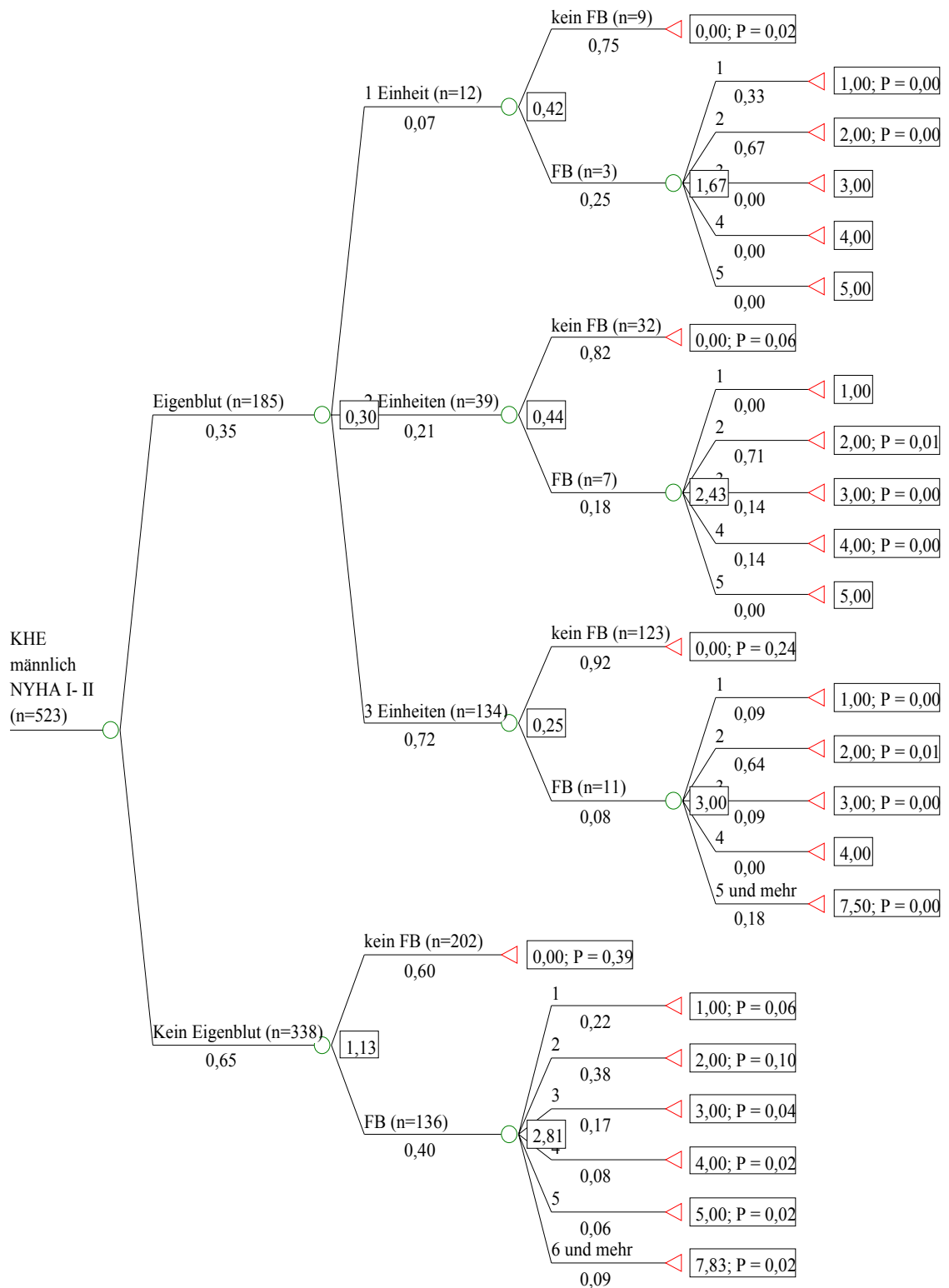
Baum 17: Weiblich und NYHA I bis II



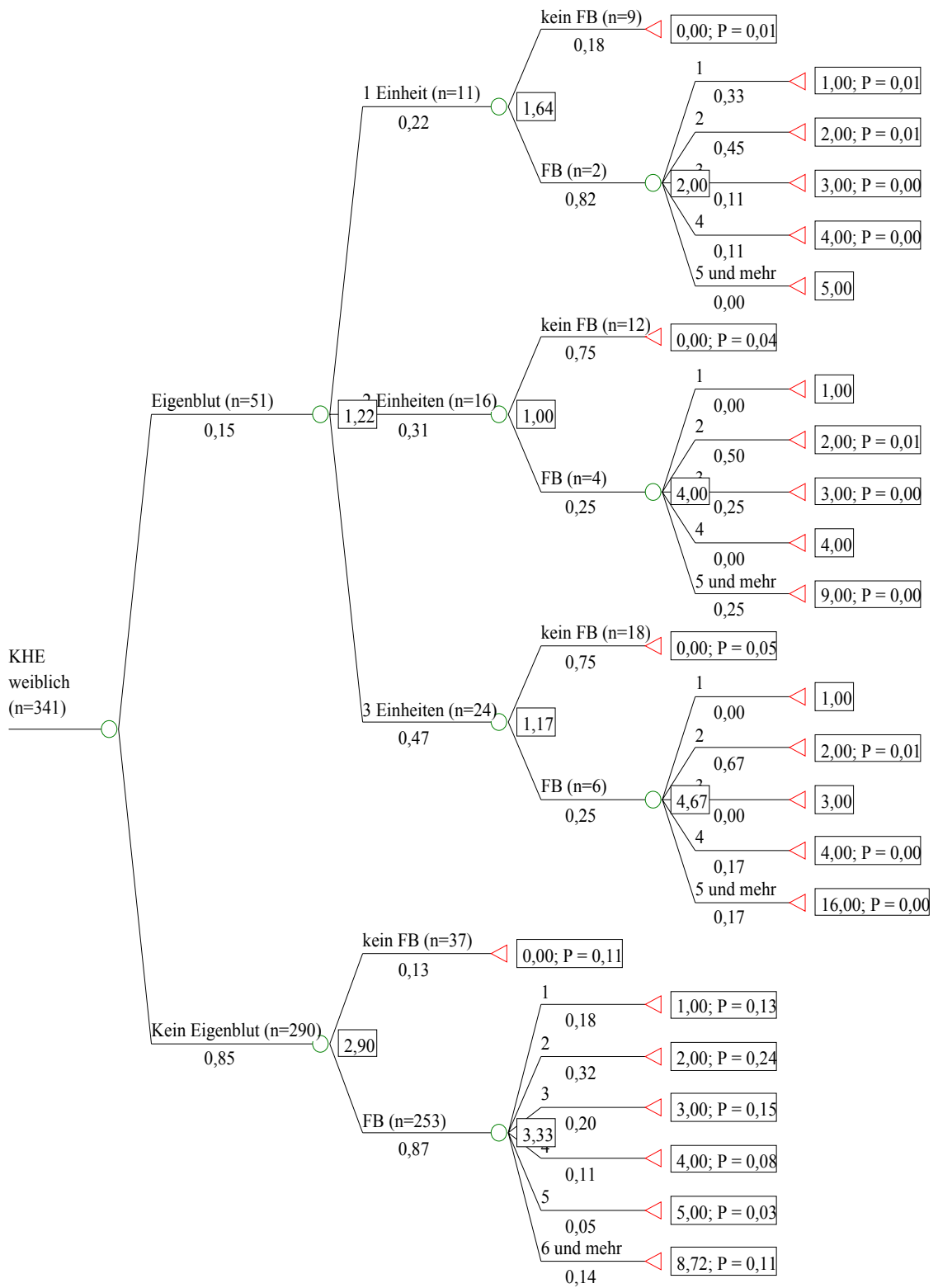
Baum 18: KHE männlich



Baum 19: KHE männlich und NYHA I bis II



Baum 20: KHE weiblich



Baum 21: KHE weiblich und NYHA I bis II

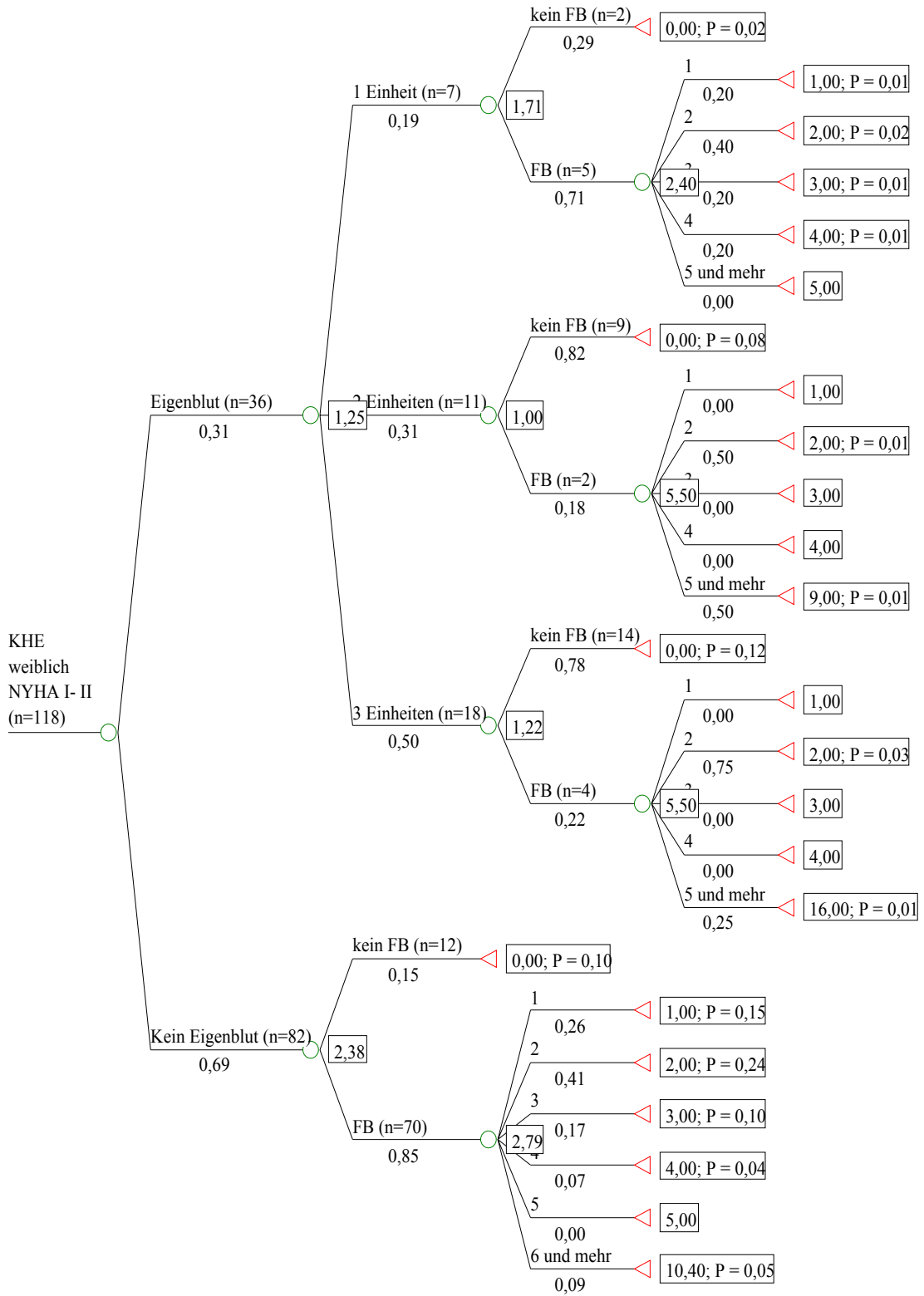


Tabelle 31: Signifikanztest zu Entscheidungsbäumen 14-21: Eigenblut versus kein Eigenblut und Unterschiede innerhalb der Eigenblutspender (Anzahl der Eigenblutspenden als unverbundene Stichprobe)

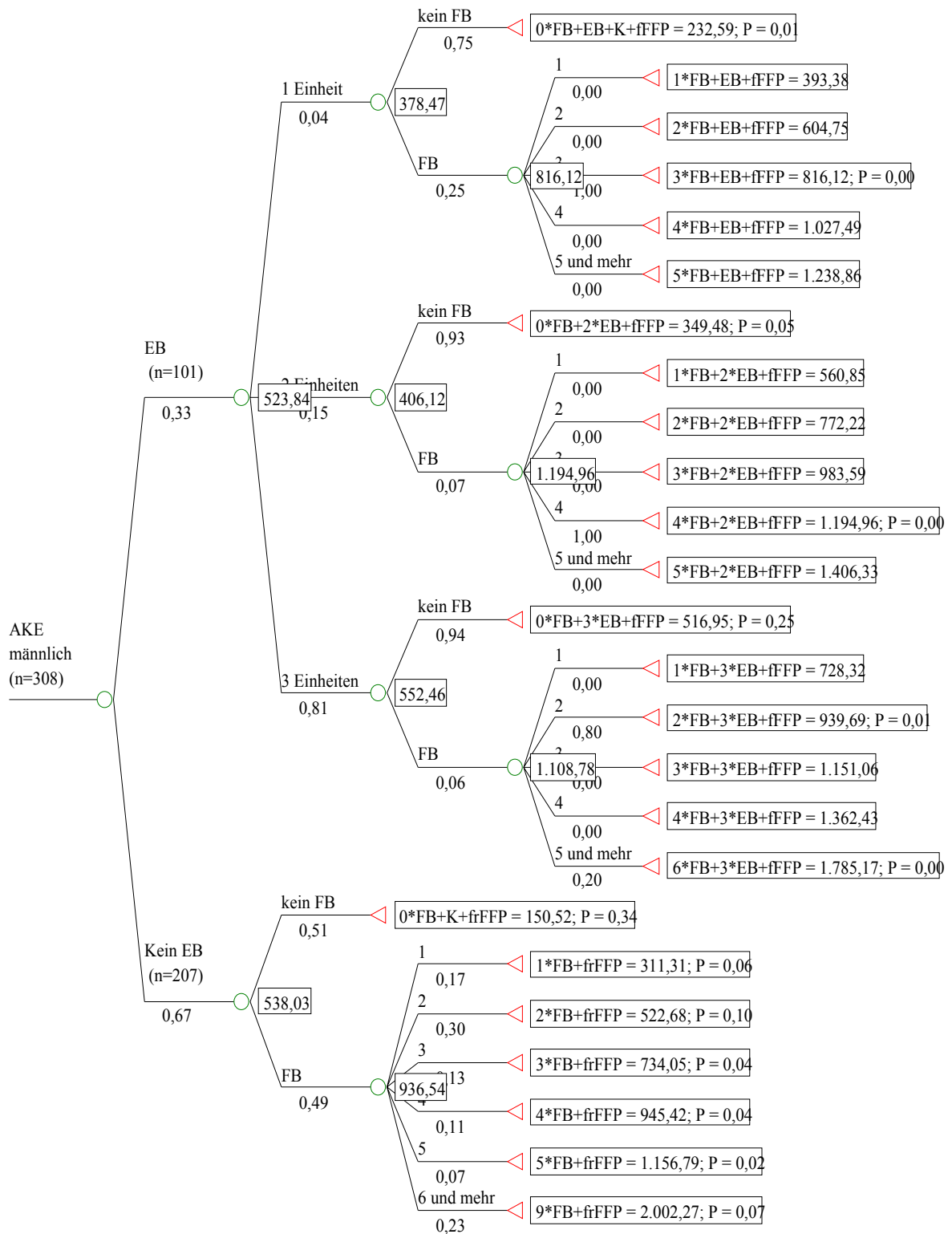
	<i>0:1</i>	<i>0:2</i>	<i>0:3</i>	<i>1:2</i>	<i>1:3</i>	<i>2:3</i>
Männlich, NYHA I-III	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Männlich, NYHA I-II	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	p<0,05	n.s.
Weiblich, NYHA I-III	p<0,05	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Weiblich, NYHA I-II	p<0,05	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Männlich KHE	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Männlich KHE, NYHA I-II	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Weiblich KHE	p<0,05	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Weiblich KHE, NYHA I-II	n.s.	p<0,05	p<0,05	n.s.	n.s.	n.s.

zu 4.6.3. Entscheidungsbaumanalyse

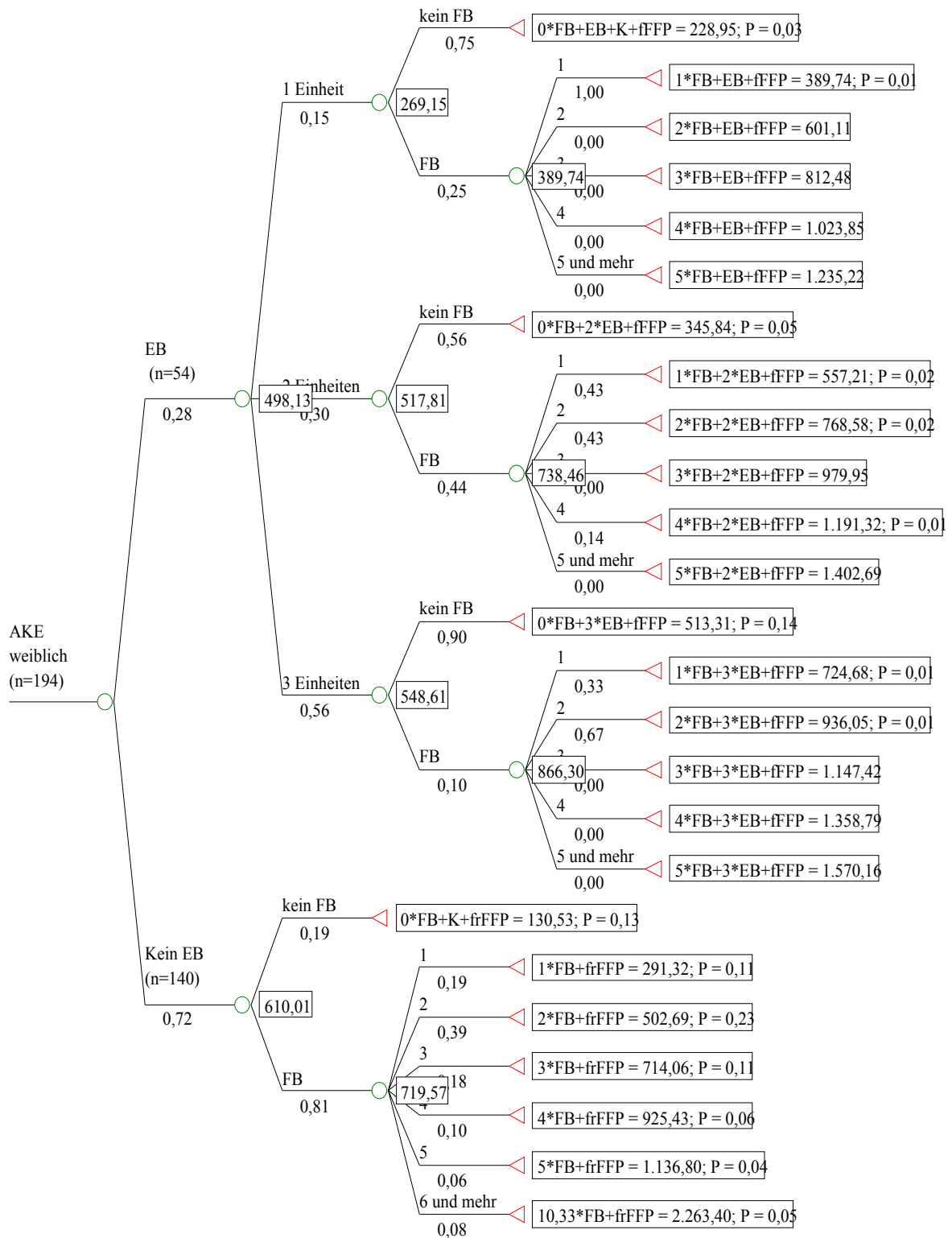
Zu Baum 23 und 24: AKE-Patienten (Kosten)

Es konnten bei den Eigenblutspendern der AKE-Patienten 14,19 DM pro männlichem Patient, bzw. 111,88 DM pro weiblichem Patient eingespart werden. Um die Inzidenz für eine eventuelle Fremdblutgabe von 7% auf 6% zu senken, mussten 146,34 DM für einen männlichen Eigenblutspender aufgewendet werden. Bei den weiblichen Patienten bedeutete eine Risikosenkung bis auf 10% mittels drei Eigenblutspenden Mehrkosten von 279,46 DM, gegenüber einem Risiko von 25% bei nur einer Spende.

Baum 22: AKE männlich (Kosten)



Baum 23: AKE weiblich (Kosten)



9. Dankvermerk

Für die Anregungen und die fachliche Unterstützung im ökonomischen Teil der Arbeit möchte ich mich besonders bei Frau Karin Berger, Forschungsgruppe für medizinische Ökonomie, in München bedanken.

Für die detaillierten Auskünfte und die Hilfsbereitschaft bei der Daten- und Kostenerhebung am Deutschen Herzzentrum München danke ich Schwester Helga Seggebrock aus der Eigenblutambulanz, Frau Breilich aus dem Blutdepot, sowie Herrn Gruber (Bereich medizinischer Verbrauch) und Herrn Stadler (Leiter der Abteilung Rechnungswesen) von der Verwaltung des Deutschen Herzzentrums.

Mein größter Dank gilt natürlich PD Dr. Wulf Dietrich. Er war zu jeder Zeit und bei jedem Problem gesprächs- und hilfsbereit und kritisch-anregend, wann immer es nötig war. Es war eine doktorväterliche Betreuung im wahren Sinne des Wortes.