

INSTITUT FÜR RECHTSMEDIZIN
DES UNIVERSITÄTSKRANKENHAUSES HAMBURG-EPPENDORF
DIREKTOR: PROFESSOR DR. MED. K. PÜSCHEL

Qualitätsicherung bei Hornhautexplantationen
für Keratoplastiken

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Jürgen Geropp

aus Karlsruhe

Hamburg, den 11.05.2000

Angenommen von dem Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am:
27.Juni 2000

Gedruckt mit der Genehmigung des Fachbereiches
Medizin der Universität Hamburg

Sprecher: Prof. Dr. H.-P. Leichtweiß
Referent: Prof. Dr. K. Püschel
Korreferent: -

Hiermit versichere ich, daß ich meine Dissertation selbständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, wurden als solche kenntlich gemacht.

Jürgen Geropp

Hamburg, den 11.05.2000

**Meinen Eltern
gewidmet**

VORWORT

Diese Arbeit entstand in den Jahren 1996 bis 1999 im Institut für Rechtsmedizin der Universitätsklinik Hamburg.

Der zu untersuchende Zeitraum belief sich von März 1996 bis August 1996.

Herrn Prof. Dr. med. Püschel, Direktor des Institutes für Rechtsmedizin der Universität Hamburg, bin ich für die Überlassung des Themas meiner Arbeit und für seine wohlwollende Unterstützungen meiner Tätigkeiten zu großem Dank verpflichtet. Mein Dank gilt auch Frau Dr. med. Lockemann für ihre Unterstützung und Bereitschaft einem angehenden Arzt das nötige Verständnis verschiedenster Abläufe und Tätigkeiten in einem Institut zu vermitteln.

Besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. med. Engelmann aus der Augen- und Poliklinik der Universitätsklinik Hamburg, die durch fachliche Unterstützung und Betreuung bei der Durchführung der Untersuchung zu einem großen Teil dieser Arbeit beigetragen hat.

Diese wissenschaftliche Arbeit resultiert zu einem großen Teil aus der kollegialen Unterstützung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Institutes für Rechtsmedizin und der Hornhautbank der Augenklinik. Ohne diese Hilfe wäre es mir nicht möglich gewesen, die vorliegenden Daten zu erheben.

Ebenso sei die gute Zusammenarbeit mit dem Landeskriminalamt 212 und der Staatsanwaltschaft Hamburg zu erwähnen.

Für die Durchsicht des Manuskriptes und den sich daraus ergebenden kritischen Hinweisen möchte ich mich bei Andrea Heinrich, Hans Ahr, Olaf Salzman und Verena Möller bedanken.

Vor allem aber danke ich meinen Eltern, die den Grundstein zu meinem Medizinstudium gelegt haben und mich zu jeder Zeit unterstützt haben.

Hamburg, den 11.05.2000

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
1.1 BEDEUTUNG DER HORNHAUTTRANSPLANTATION IN DER AUGENHEILKUNDE	1
1.2 HISTORISCHE ENTWICKLUNG.....	1
1.3 HORNHAUTTRANSPLANTATIONEN UND IHRE INDIKATIONEN	3
1.4 AUFGABEN EINER HORNHAUTBANK	5
2 PROBLEMSTELLUNG	7
2.1 VERBESSERUNG DER HORNHAUTQUALITÄT.....	7
2.2 RECHTLICHE UND ETHISCHE FRAGEN	8
2.2.1 <i>Rechtliche Aspekte der Organspende</i>	10
2.2.2 <i>Gesetzentwürfe und Regelungen</i>	11
2.2.3 <i>Rechtliche Basis der Hornhautentnahmen von Verstorbenen</i>	14
3 UNTERSUCHUNGSGUT UND METHODIK	15
3.1 GESPRÄCHSFÜHRUNG MIT DEN ANGEHÖRIGEN.....	15
3.2 KRITERIEN ZUR TRANSPLANTIERBARKEIT EINER SPENDERKORNEA.....	17
3.2.1 <i>Kontraindikationen für die Transplantation von Spenderkornea</i>	18
3.2.2 <i>Eingeschränkte Kontraindikationen</i>	19
3.3 METHODIK DER ORGANENTNAHME	20
3.4 PRÄPARATION UND BEURTEILUNG DER SPENDERHORNHÄUTE IN DER AUGENKLINIK	26
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	28
4.1 AUSWERTUNGSVERFAHREN	28
4.2 DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE	31
4.2.1 <i>Sterbealter und Geschlecht der Verstorbenen</i>	32
4.2.2 <i>Todesursachen</i>	33
4.2.3 <i>Endothelzelldichte in Relation zum Lebensalter</i>	37
4.2.4 <i>Endothelzellzahlen in Abhängigkeit von Postmortemzeiten</i>	40
4.2.5 <i>Endothelzellzahlen in Abhängigkeit von der Todesursache</i>	42
4.2.6 <i>Verwendung der Spenderhornhäute</i>	44
4.2.7 <i>Aufwand für Telephonanrufe zur Spenderfreigabe</i>	47
4.2.8 <i>Spendenbereitschaft und Verwandtschaftsverhältnis</i>	49
4.2.9 <i>Organspendebereitschaft in Relation zur Todesursache</i>	51
4.2.10 <i>Willenserklärung durch Organspenderausweise</i>	52
4.2.11 <i>Einstellung der Verstorbenen zu Transplantationen</i>	54
4.2.12 <i>Mitgeteilte Argumente für bzw. gegen eine Transplantation</i>	57
4.2.13 <i>Spenderhornhautaufkommen 1981-1996</i>	58
4.2.14 <i>Regionale Verteilung der Zustimmungen zur Hornhautspende in Hamburg</i>	59
5 DISKUSSION	66
5.1 ABHÄNGIGKEIT DER ENDOTHELZELLDICHTE VOM STERBEALTER.....	66
5.2 ABHÄNGIGKEIT ZWISCHEN TODESURSACHE UND ENDOTHELZELLDICHTE	67
5.3 POSTMORTEMZEIT UND ENDOTHELZELLDICHTE	68

5.4 VERWANDTSCHAFTSVERHÄLTNIS ZUM TOTEN UND BEREITSCHAFT ZUR HORNHAUTSPENDE	69
5.5 AUSSAGEN DER ANGEHÖRIGEN IN ABHÄNGIGKEIT ZUR TODESART.....	71
5.6 ZEITLICHER AUFWAND BEI DER HORNHAUTEXPLANTATION	74
5.7 REGIONALE VERTEILUNG DER HORNHAUTSPENDEN IN HAMBURG	75
6 SCHLUßFOLGERUNGEN UND AUSBLICKE	77
7 ZUSAMMENFASSUNG	81
8 LITERATURVERZEICHNIS.....	83
9 ABKÜRZUNGEN	87
10 ANHANG	88

1 EINLEITUNG

1.1 BEDEUTUNG DER HORNHAUTTRANSPLANTATION IN DER AUGENHEILKUNDE

Bis in unser Jahrhundert hinein konnte man Menschen mit einer Hornhauttrübung nicht helfen. Für die Betroffenen bedeutete dies ein Leben in Blindheit oder zumindest als Schwachsichtiger. Durch verschiedene Krankheiten, aber auch durch Unfälle, wie z. B. Stichverletzungen und Verätzungen, wurden viele Menschen zu Pflegefällen, was in den letzten Jahrhunderten oft gleichzusetzen war mit Frühverrentung und Armut.

Erst Mitte dieses Jahrhunderts wurde eine Operationstechnik entwickelt, bei der Hornhäute von Verstorbenen entnommen und mit gutem Erfolg transplantiert werden konnten. Durch diesen Durchbruch der Augenheilkunde kann in der heutigen Zeit vielen Menschen das Augenlicht wieder zurückgegeben werden. Dies ermöglicht den Erkrankten ein normales Leben zu führen, d. h. ohne Benachteiligungen und ohne auf die Hilfe anderer angewiesen zu sein.

1.2 HISTORISCHE ENTWICKLUNG

Die operativen Versuche, eine undurchsichtige oder trübe Hornhaut zu ersetzen, gehen bis ins 18. Jahrhundert zurück. Die erste wissenschaftliche Veröffentlichung über Hornhauttransplantationen stammt von Samuel Bigger aus Dublin um 1837 [Coster (1994)]. Zur damaligen Zeit versuchte man zuerst die Transplantation tierischer Materialien, meistens Schweinehornhäute, welche aber immer zu Abstoßungsreaktionen führten [Göschel (1990)]. Die eigentliche Grundsteinlegung einer systematischen experimentellen Keratoplastik erfolgte 1872 durch Power [Leigh (1966)]. Er benutzte frisches homologes Gewebe, d. h. Gewebe von Menschen, schonte das Endothel und vermied Infektionen. Doch erst Ende des 19. Jahrhunderts gelang es dann dem deutschen Ophtalmologen Eugen von Hippel

[Fine et Yanoff (1979)], einen begrenzten Erfolg zu erzielen. Er übertrug die Hornhaut eines Kaninchens in Form einer Lamelle auf die Hornhaut eines Mädchens. Die Erfolge bei diesen Operationen waren immer nur von kurzer Dauer - maximal einige Tage-, bis es zu Eintrübungen und Abstoßungsreaktionen kam [Böhnke (1987)].

Der Augenarzt Eduard Konrad Zirm führte 1906 die nach heutigem Verständnis erste Hornhauttransplantation mit einem menschlichen Auge durch. Es handelte sich dabei um eine sog. totale Keratoplastik, bei der alle Hornhautschichten transplantiert wurden [Zirm (1906)].

Um von dem zufälligen Material von Lebendspendern unabhängig zu sein, benutzte der sowjetische Augenarzt Wladimir P. Filatow bereits 1937 in seinem Institut Augen von Verstorbenen. Acht Jahre später, 1945, wurde schließlich die erste „Augenbank“ als gemeinnützige Anstalt in New York und in der Folgezeit in vielen anderen Ländern eingerichtet. Bis heute arbeiten diese Banken weltweit sehr eng mit den Instituten für Pathologie und Rechtsmedizin zusammen [Seidler (1993)].

Die Erfolgsquote einer Heilung, d. h. wieder sehen zu können und keine Abstoßungsreaktionen oder Eintrübungen der Hornhaut über einen längeren Zeitraum zu haben, war Anfang des 20. Jahrhunderts noch vergleichsweise gering. Doch ab 1960 konnte mit der Einführung mikrochirurgischer Operationstechniken und neuem chirurgischem Nahtmaterial eine sprunghafte Verbesserung der Operationserfolge erreicht werden [Töllner (1990)].

Heutzutage werden im Vergleich zu anderen Organtransplantationen bei Hornhautübertragungen die besten Ergebnisse erzielt. Die Erfolgsrate, das Augenlicht zu erhalten, liegt nach Angaben der *Eye Bank Association of America* [Eye Bank Association of America (1997)] bei ca. 90% nach einem Jahr und bei ca. 80% nach fünf Jahren. Bei Risikofaktoren (z. B. starke Gefäßeinsprossung, Vorerkrankungen des Auges, etc.) können diese aber erheblich von dieser Zahl abweichen [Boisjoly et al. (1993)].

1.3 HORNHAUTTRANSPLANTATIONEN UND IHRE INDIKATIONEN

Die Indikationen für eine Hornhauttransplantation sind mannigfaltig. Je nach Indikation können zwei grundsätzliche Hornhauttransplantationen unterschieden werden. Eine sogenannte lamelläre und eine perforierende Keratoplastik [Mellin (1992)].

Bei der **lamellären Keratoplastik** wird die Hornhaut des Spenders senkrecht zur Oberfläche bis in das tiefe Hornhautstroma ingeritzt und danach das Stroma tangential lamellär geschnitten. Das Spender-Hornhaut-Stück kann daraufhin dem Patienten eingepaßt und eingenäht werden. Der Vorteil dieser Operation besteht darin, daß die Bulbushülle nicht eröffnet wird. Nachteilig wirken sich allerdings die häufig auftretenden Narbenbildungen und Diskontinuitätszonen in der optischen Qualität aus. Ebenso kann es zu Abstoßungsreaktionen kommen, die meist endothelial auftreten.

Bei der **perforierenden Keratoplastik** wird ein Stück Spenderhornhaut komplett mit allen Hornhautschichten transplantiert. Da hierbei auch HLA Klasse 1 und 2 exprimierende Zellen übertragen werden, kann es zu Immunreaktionen kommen. Das Risiko einer solchen Reaktion richtet sich nach verschiedenen Faktoren, u. a. nach der Größe des Transplantates, der Gefäßeinsprossung, der Vorerkrankung des Auges [Boisjoly et al. (1993)].

Abbildung 1 zeigt ein Auge nach solch einer Operation.

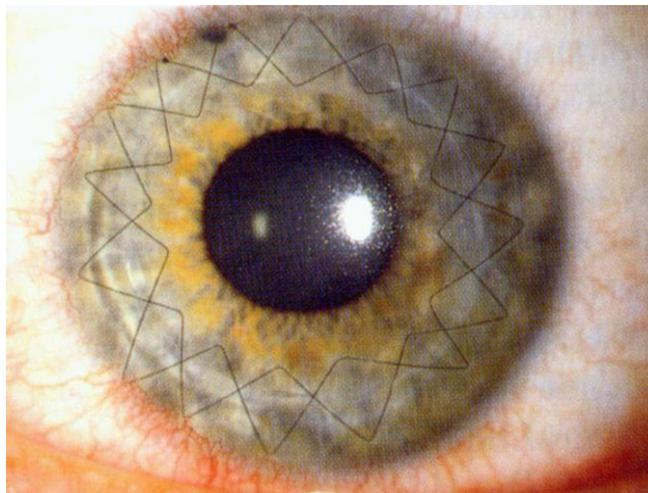


Abb. 1: Keratoplastik nach Operation – man erkennt die doppelläufige Naht.

Die Indikation für eine lamelläre Keratoplastik liegt nach [Engelmann et al. (1995)] vor bei:

- **Oberflächlichen Substanzdefekten**, wie z. B. bei Hornhautulcera, die oft durch Bakterien verursacht werden oder Tumoren,
- **Oberflächlichen Trübungen**, wie z. B. Stromanarben oder oberflächlichen Stromadystrophien,
- **Refraktionsanomalien**, d. h. Abweichung des Brechungsverhältnisses des Auges.

Die Indikation für eine perforierende Keratoplastik liegt nach [Engelmann et al. (1995)] vor bei:

- Verlust der Transparenz (Optische Indikation), wie z. B. bei

- Pannus (gefäßreiche, entzündlich-reaktive Bindegewebsbildung),
- Infiltrationen (z. B. multiple eingebrannte Eisensplitter),
- Narben (insbesondere in die Tiefe reichende),
- Vaskularisation (Gefäßeinsprossung in die Hornhaut) - siehe Abb. 2,
- Einlagerungen,
- Dystrophien (durch Mangel oder Fehlernährung bedingte Störung und Veränderung),
- Endotheldekompensation (Auflockerung bis hin zur Zerstörung des hexagonalen Endothels. Häufige Indikation bei erblich bedingter Hornhautdegeneration).

- Verlust der Struktur:

- Granulomatöse Reaktion gegen die Descemetsche Membran,
- Ulkus,
- Perforation.

- Erhalt des Organs (Kurative Indikation):

- Epithelimplantation,
- Infektion,
- Tumoren,
- Fremdkörper.

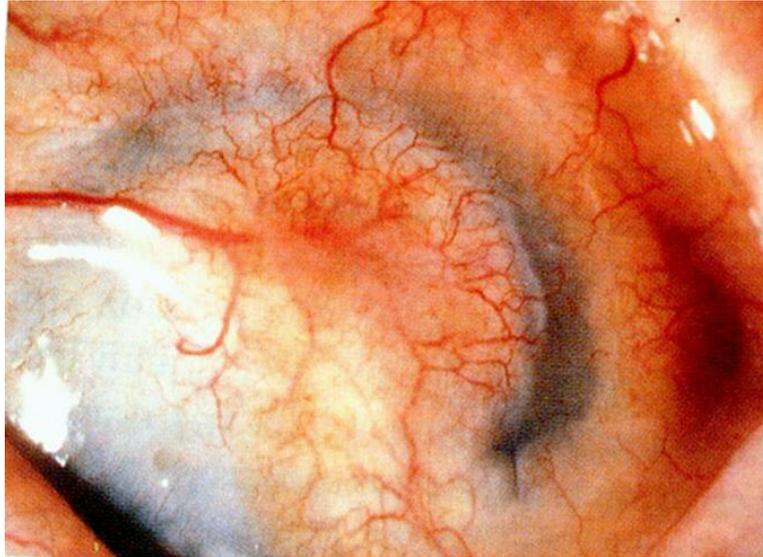


Abb. 2: Großflächige vaskularisierte Narbe nach Herpeskeratitis

Die häufigste Diagnose für eine Keratoplastik ist eine Keratitis unterschiedlicher Genese mit ca. 19% und ein Keratokonus mit ca. 18%. Endotheldystrophien, ABK- und Herpes-Dystrophien liegen bei jeweils etwa 13-15% der Patienten vor [Engelmann (1994)].

Die restlichen Veränderungen, wie z. B. Verätzung, perforiertes Ulkus, Narben, etc., machen nur einen sehr geringen Anteil aus. Insgesamt liegt die Häufigkeit bei je 2-6%. Eine Abstoßungsreaktion wurde in 8-10% der Fälle beschrieben.

1.4 Aufgaben einer Hornhautbank

Zu den technischen Aufgaben einer Hornhautbank gehören die Bereitstellung, Beschaffung, Transport, Beurteilung, Verarbeitung und Aufbewahrung des Spendermaterials.

Die Hornhautbank steht als Vermittler zwischen den Transplantationskliniken und den potentiellen Spendern. Sie arbeiten eng mit dem Institut für Pathologie, Institut für Rechtsmedizin und Organisationen, die sich mit Organspende beschäftigen, zusammen. Es wird ermöglicht, eine größere Anzahl an Transplantaten

aufzubewahren und somit Krankenhäusern die Möglichkeit zu geben eine Keratoplastikoperation als Elektiveingriff durchzuführen. Ebenso wird durch eine relativ große Menge an Hornhäuten der Pool an HLA-typisierten Spenderkornea vergrößert.

Die strengen Kontrollen bei der Aufbewahrung verringern die Gewebekontamination durch Infektionskrankheiten. Das speziell geschulte Personal, aber auch die besonders ausgerichteten Räume, Labors und Gerätschaften (z. B. Brutschrank, Sterilbank) einer Hornhautbank ermöglichen daher die optimale Behandlung und Aufbewahrung aller Hornhäute.

2 PROBLEMSTELLUNG

2.1 VERBESSERUNG DER HORNHAUTQUALITÄT

Eine wichtige Grundlage für eine genügende Versorgung der Patienten mit Hornhäuten ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den Augenkliniken und den Instituten für Rechtsmedizin sowie für Pathologie.

Zwischen 1981 und 1995 wurden an der Universität Hamburg - Eppendorf ca. 4500 Hornhäute entnommen. Knapp 50% davon wurden transplantiert, die restlichen Kornea konnten aus verschiedenen Gründen nicht benutzt werden und wurden zu Qualitätskontrollen, Forschungs- und Übungszwecken herangezogen. Aber nicht alle Keratoplastiken wurden in der Universitätsklinik Eppendorf durchgeführt, Hornhäute wurden auch anderen Krankenhäusern zur Verfügung gestellt. Hierunter fielen besonders Notfall - Transplantate zur Abdeckung des Auges bei Hornhautperforationen. Aber auch HLA (**H**uman **L**eucoyte **A**ntigen) typisierte Transplantate für Patienten, die durch Abstoßungsreaktionen gefährdet sind, wurden anderen Krankenhäusern zur Verfügung gestellt [Püschel et al. (1996)]. Unter HLA versteht man ein komplexes, autosomal-kodominant erbliches System von Gewebsantigenen, die auch auf den Hornhautzellen mit quantitativen Unterschieden vorkommen [Grehn und Leydhecker (1995)].

Diese Vielzahl an Hornhautexplantationen konnte nur dadurch erreicht werden, daß die Vorgehensweise, d. h. die Entnahme der Bulbi und die Organaufbewahrung, standardisiert wurden.

Die vorliegende Arbeit versucht die standardisierten Methoden weiter zu optimieren. Durch Auswertung von verschiedenen prognostischen Faktoren, wie z. B. Postmortemzeit, Todesart, Krankheiten oder Langzeitpräservierung, soll aufgezeigt werden, welche Auswirkungen damit auf die Qualität der Hornhäute erzielt werden. Außerdem soll deutlich gemacht werden, daß aufgrund von Verbesserungen der zeitlichen und organisatorischen Abläufe bei der Kooperation der einzelnen beteiligten Institutionen mehr Hornhäute entnommen werden können.

Auch Probleme und Schwierigkeiten, die mit den Hornhautentnahmen verbunden sind, sollen aufgeführt werden. Hierzu gehören insbesondere die Gespräche mit den

Angehörigen sowie gesetzlich vorgeschriebene Zusammenarbeit mit dem Landeskriminalamt und der Staatsanwaltschaft.

Es sollen aber auch die psychologischen und ethischen Aspekte der Gespräche mit den Hinterbliebenen umrissen werden. Hier wird insbesondere auf Einzelheiten der Gesprächsführung und auf verschiedene epidemiologische und persönliche Daten eingegangen.

In Abschnitt 2.2 soll zunächst ein grober Überblick über die Gesetzeslage für Hornhauttransplantationen gegeben werden.

2.2 RECHTLICHE UND ETHISCHE FRAGESTELLUNGEN

Die Transplantationsmedizin erzielte in den letzten Jahren große Fortschritte. Gemäß DSO [*Deutschen Stiftung für Organtransplantation* (1996)] wurden 1995 in Deutschland 498 Herzen, 595 Lebern, 84 Lungen, 63 Pankreasdrüsen und 2128 Nieren transplantiert.

Die häufigste Transplantation war jedoch mit über 3375 Fällen die Hornhautübertragung (1993 waren es sogar 4146) . Sie ist zugleich mit einer Erfolgsquote von über 90% die erfolgreichste Verpflanzung [Schoeppe (1996)], da die fremde Hornhaut vom menschlichen Körper meist über Jahrzehnte toleriert wird. Medikamente, die eine Abstoßung verhindern sollen, müssen hierbei nur vorübergehend gegeben werden.

Trotz dieser guten Erfolgsaussichten gibt es noch viele Patienten, die auf eine Hornhauttransplantation warten. Die Hornhautbank in Kiel geht von ca. 5000-8000 Empfängern in Deutschland aus, die im Vergleich zu ca. 3000 jährlich durchgeführten Operationen auf eine Übertragung warten [Cornea Bank Kiel (1995)]. Diese Diskrepanz zwischen Organbedarf und Organspende wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Eine wichtige Rolle spielen hier sicherlich das mangelnde Wissen über die Möglichkeiten der Transplantationsmedizin und die Ängste und Unsicherheiten bezüglich der Organspende bei der deutschen Bevölkerung. Nur sehr wenige machen sich zu Lebzeiten Gedanken über eine Organspende. Dies wird z. B. auch dadurch belegt, daß nur sehr selten ein Spenderausweises bei einem Leichnam aufgefunden wird [Püschel (1992)].

Auch Ärzten fehlt es oft an Wissen und Kooperation, eventuelle Organspender den entsprechenden Stellen zu melden und den Weg für eine Transplantation zu ebnen. Die katholische und evangelische Kirche in Deutschland haben im Jahr 1990 eine gemeinsame Erklärung zur Organtransplantation herausgegeben [Rat der evangelischen Kirche in Deutschland, Deutsche Bischofskonferenz (1990)]. Darin wird ausdrücklich betont, daß die Organspende ein Akt der Nächstenliebe ist: „Wer sich zu einer Organspende bereit erklärt hat, handelt ethisch verantwortlich, denn dadurch kann anderen Menschen, deren Leben aufs höchste belastet und gefährdet ist, geholfen werden.“ Auch den Hinterbliebenen wird eine Organspende möglich gemacht: „Angehörigen, die die Einwilligung zur Organtransplantation geben, machen sich nicht eines Mangels an Pietät gegenüber den Verstorbenen schuldig. Sie handeln ethisch verantwortlich, weil sie ungeachtet des von ihnen empfundenen Schmerzes im Sinne des Verstorbenen entscheiden, anderen Menschen beizustehen und durch Organspende Leben zu retten.“

Die Frage, wann ein Mensch gestorben ist, wird bis heute unterschiedlich definiert bzw. diskutiert [Arbeitskreis Organspende (1995)]. Das Transplantationsgesetz definiert allerdings in §3 der Richtlinien der Bundesärztekammer den Tod eines Menschen in der eindeutigen Formulierung: „...endgültigen, nicht behebbaren Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach Verfahrensregeln, die dem Stand der medizinischen Wissenschaft entsprechen...“ [Transplantationsgesetz (1997)]. Es sei hier u. a. auch auf zwei Bücher verwiesen: „Grundriß der medizinischen Ethik“, von Bernhard Irrgang [Irrgang (1995)] und „Wann ist der Mensch tot“, von Johannes Hoff und Jürgen von der Schmitten [Hoff et Schmitten (1994)], in denen unterschiedliche Überlegungen angestellt werden, wann ein Mensch stirbt und ob z. B. Transplantationen ethisch gerechtfertigt sind. Leider haben aber diese unterschiedlichen Definitionsvorschläge zur Feststellung des Todes bisher nicht zu vermehrten Organspenden geführt.

Der wichtigste Aspekt war aber sicherlich bis vor Kurzem die rechtliche Grundlage einer Organspende. Bereits Schreiber wies 1989 darauf hin, daß die Bundesrepublik Deutschland als eines der ganz wenigen Länder Europas noch keine einheitliche Gesetzesregelung auf diesem Gebiet geschaffen hatte [Schreiber (1989)]. Erst durch das Transplantationsgesetz von 1997 wurde in Deutschland eine eindeutige Regelung festgelegt.

Es ist nicht die Hauptaufgabe dieser Arbeit, die rechtlichen oder ethischen Fragestellungen im Detail zu untersuchen bzw. zu diskutieren. Vielmehr soll nun ein kurzer Überblick die Problematik dieses Themas verdeutlichen, da sie zu einem nicht unerheblichen Teil die Ergebnisse dieser Arbeit beeinflusst hat.

2.2.1 RECHTLICHE ASPEKTE DER ORGANSPENDE

Das postmortale Persönlichkeitsrecht, das den Eigenwert und die Würde des Menschen einschließt, schützt auch den Leichnam nach Artikel 2 Absatz 2 des Grundgesetzes vor Eingriffen [Wichmann (1995)]. Um dieses Persönlichkeitsrecht aufzuheben bedarf es einer Rechtfertigung. Als Rechtfertigungsgründe sind an erster Stelle alle gesetzlich geregelten Sektionen zu nennen [Amir-Kabirian (1988)]. Diese sind :

- Gerichtlich angeordnete Sektionen zur Klärung von unklaren oder nicht natürlichen Todesfällen sowie bei Verdacht auf strafbare Handlungen gem. §87 StPO [Strafprozeßordnung (1990)],
- Feuerbestattungsobduktionen zur Klärung der Todesursache durch einen Amtsarzt, wenn weder durch die Leichenschau, noch durch die Angaben des behandelnden Arztes eine Todesursache ermittelt werden kann,
- Sektionen nach dem Bundesseuchengesetzes §32, Absatz 4 bei Verdacht auf eine Seuche [Bundesseuchengesetz (1993)].

Als zweiter Rechtfertigungsgrund ist die persönliche Einwilligung des Toten anzusehen, wenn er zu Lebzeiten eine entsprechende Erklärung zur Organspende abgegeben hat. Liegt keine Erklärung vor, so können die nächsten Angehörigen einer Organentnahme zustimmen. Hierbei haben die Hinterbliebenen keine Entscheidungsfreiheit, sondern handeln lediglich als Inhaber des sogenannten Totensorgerechtes, d. h. im Interesse des Verstorbenen.

Als letzter Rechtfertigungsgrund wird die sehr umstrittene Notstandslösung angesehen, die zur Lebenserhaltung eines Kranken Organentnahme bei einem Toten unter Umständen ausnahmsweise begründen kann. Ein ausdrücklicher Widerspruch

durch den Verstorbenen in schriftlicher oder mündlicher Form wird aber auch hierbei eingehalten [Schoeppe (1996)].

2.2.2 GESETZENTWÜRFE UND REGELUNGEN

Die Bundesrepublik besitzt erst seit 1997 ein Transplantationsgesetz, in dem eindeutig Regelungen zur Organexplantation und Transplantation festgelegt sind. Bis dahin wurden vorhandene gesetzliche Regelungen als ausreichend angesehen, um Mißbräuche zu verhindern. Da die Transplantationsmedizin in letzter Zeit jedoch große Fortschritte gemacht hat und ein großer Mangel an Spenderorganen besteht, sah sich der Gesetzgeber unter dem Drängen von Transplantationszentren und Selbsthilfeorganisationen veranlaßt, eine umfassende Gesetzesregelung zu erstellen [Conrad (1997)].

Probleme gab es zuvor bei den unterschiedlichen Grundsätzen bezüglich der Anhörung der Familie eines Verstorbenen bzw. der freien Willensentscheidung des Menschen, der evtl. Organentnahme bereits zu Lebzeiten zuzustimmen.

Diesbezüglich sind zwei prinzipielle Möglichkeiten zu unterscheiden: Einerseits die „Widerspruchslösung“ und andererseits die „Zustimmungslösung“.

Die „Widerspruchslösung“ sieht vor, daß ohne ausdrückliche Ablehnung zu Lebzeiten die Organe entnommen werden dürfen. Die „Zustimmungslösung“ dagegen geht davon aus, daß einer Organentnahme ausdrücklich zugestimmt worden sein muß, damit eine Transplantation vorgenommen werden darf.

Als eine Ergänzung kann man die „erweiterte Zustimmungslösung“ ansehen. Sie besagt, daß bei Fehlen einer schriftlichen Äußerung zu Lebzeiten die nächsten Angehörigen gebeten werden, sich im Sinne des Verstorbenen zu äußern.

Da viele Menschen diese Verantwortung jedoch nicht tragen wollen, wurde eine weitere, die sogenannte „Informationslösung“ vorgeschlagen. Falls keine Willensentscheidung des Toten zu diesem Thema vorliegt, werden die nächsten Verwandten benachrichtigt und ihnen ein gewisser Zeitraum zugestanden, in dem sie Widerspruch gegen eine Organentnahme einreichen können. Dabei ist vorgesehen,

daß eine fehlende Stellungnahme der Angehörigen nicht als Ablehnung gewertet werden darf [Schoeppe (1996)].

Die WMA (**World Medical Association**) hat im Oktober 1987 die folgenden acht Grundsätze beschlossen, die als Richtlinien für die Organtransplantation internationale Geltung finden sollten und hier wörtlich zitiert werden:

1. „The primary concern of physicians must at all times be the health of their patients. The concern and allegiance must be preserved in all medical procedures, including those which involve the transplantation of an organ from one person to another. Both donor and recipient are patients and care must, therefore, be taken to protect the rights of both. No physician may therefore assume a responsibility in organ transplantation unless the rights of both donor and recipient are protected.
2. A potential organ transplant offers no justification for a relaxation of the usual standard of medical care. The same standard of care should apply whether the patient is a potential donor or not.
3. When an organ is to be transplanted from a donor after the donor's death, the death of the donor shall have been determined independently by two or more physicians who are not involved in the transplantation procedure. Death shall be determined by the judgement of each physician. In making this determination, each physician will use currently accepted scientific tests, and criteria that are consistent with the ethical requirements and professional standards established by the National Medical Association and other appropriate medical organizations in the community.
4. Whenever an experimental procedure such as the transplantation of animal organs or artificial organs is being considered, the physician should comply with the recommendations contained in the World Medical Association's Declaration of Helsinki, providing guidance for physicians in biomedical research involving human subjects.
5. The fullest possible discussion of the proposed procedure with the donor and the recipient or their respective responsible relatives or legal representatives is mandatory. The physician should be objective in discussing the procedure, in disclosing known risks and possible hazards, and in advising of the alternative procedures available. The physician should not encourage expectations beyond

those which the circumstances justify. The physician's interest in advancing scientific knowledge must always be secondary to his primary concern for the patient. Free informed consent must always be obtained.

6. Transplant procedures of body organs should be undertaken: only by physicians who possess special medical knowledge and technical competence developed through special training, study and practice, and in medical institutions with adequate facilities for organ transplantation.
7. Transplantation of body organs should be undertaken only after careful evaluation of the availability and effectiveness of other possible therapy.
8. The purchase and sale of human organs for transplantation is condemned.“

[World Medical Association (1987)]

Unter Betrachtung dieser Grundsätze wurde in dem ab 1. Dezember 1997 in der Bundesrepublik Deutschland in Kraft getretenen Organtransplantationsgesetz die „erweiterte Zustimmungslösung“ als Grundlage für eine Transplantation eingeführt [Transplantationsgesetz (1997)].

2.2.3 RECHTLICHE BASIS DER HORNHAUDENTNAHMEN VON VERSTORBENEN

Hornhautentnahmen und Hornhauttransplantationen unterlagen bis zum 1. Dezember 1997 dem Arzneimittelrecht. Die Entnahme von durchbluteten und nicht durchbluteten Organen entsprach einer Herstellung von Arzneimitteln nach §4 Absatz 1 des AMG (**Arzneimittelgesetz**) [Pabel (1995)]. Außerdem durfte diese Herstellung nur durch sachkundige Personen durchgeführt werden, d. h. nach dem AMG Abschnitt 3, §15, allein durch den Apotheker. Es war jedoch Praxis, daß trotz dieser gesetzlichen Regelung geduldet wurde, Hornhäute zu entnehmen und zu transplantieren.

Das Transplantationsgesetz ist seit dem 1. Dezember 1997 in Kraft. Im Ersten Abschnitt, §1, Absatz 1 heißt es: „...Dieses Gesetz gilt für die Spende und die

Entnahme von menschlichen Organen, Organteilen oder Geweben (Organe) zum Zwecke der Übertragung auf andere Menschen sowie für die Übertragung der Organe einschließlich der Vorbereitung dieser Maßnahmen...“

Außerdem ist nach dem Zweiten Abschnitt des Transplantationsgesetzes, §3, Abschnitt 1, zur Entnahme ausschließlich ein Arzt oder ein Arzt im Praktikum berechtigt [Transplantationsgesetz (1997)].

Das Transplantationsgesetz (TPG) schreibt in §9 vor, daß alle Organe von Spendern nach §3 oder §4 durch eine Vermittlungsstelle, d. h. Transplantationszentrum, weitergeleitet werden müssen. Nach §10 Absatz 3 gilt für die Übertragung von Augenhornhäuten entsprechend der Absatz 2 Nr. 4+6 des TPG. Die Bundesärztekammer hat daher am 15.04.1999 einen Entwurf ausgearbeitet, der Richtlinien zum Führen einer Hornhautbank enthält. Diese folgen insbesondere dem §16 des TPG (Richtlinien zum Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft) und den Durchführungsbestimmungen der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Hornhautbanken für die Kultivierung von Spender-Hornhäuten und die Organisation von Hornhautbanken [Vilmar et Sewing (1999)]. Die Richtlinien definieren in erster Linie die Ausschlußkriterien für Hornhautspender, die unterschiedlichen Untersuchungen und die Abfolge von Schritten betreffend der Qualitätssicherung und der Dokumentation.

3 UNTERSUCHUNGSGUT UND METHODIK

Für die vorliegende Untersuchung wurden 1415 Verstorbene berücksichtigt, die im Zeitraum von März bis August 1996 in das Institut für Rechtsmedizin Hamburg eingeliefert wurden (laufende Leichen - Nr.551/96 bis Nr.1966/96). Hiervon kamen gemäß der Kriterien zur Transplantierbarkeit einer Spenderkornea im Kapitel 3.2. nur 447 für eine Hornhauttransplantation in Betracht. Die Angehörigen wurden unter Mitarbeit des Landeskriminalamtes (Dienststelle LKA 212) Hamburg ermittelt. Die persönlichen Daten, die vermutliche Todesursache und der Todes- bzw. Auffindezeitpunkt wurden aus dem Leicheneingangsbuch des Institutes für Rechtsmedizin Hamburg übernommen. Die Temperatur bei Einlieferung, die für die Todeszeitermittlung und damit den Erhaltungszustand des Transplantates besonders wichtig ist, konnte anhand der äußeren Leichenschauprotokolle festgestellt werden. Fragen an die Angehörigen wurden telephonisch gestellt und bezogen sich auf Verwandtschaftsverhältnisse sowie auf die Einstellung des Toten hinsichtlich Organtransplantationen. Die Anzahl der Anrufe, aufgeteilt in sachbezogene und vergebliche, und die Dauer der Telefonate wurden ebenfalls notiert.

3.1 GESPRÄCHSFÜHRUNG MIT DEN ANGEHÖRIGEN

Die tägliche Routine sah vor, geeignete Verstorbene auszuwählen, die gemäß Kapitel 3.2 für eine Hornhautentnahme in Frage kamen. Hierbei kam den Sektionsgehilfen im Nachtdienst die Aufgabe zu, alle vermutlich brauchbaren Hornhäute der Verstorbenen mit einer antibiotischen Salbe zu versehen.

Am darauf folgenden Tag wurden in Zusammenarbeit mit dem Landeskriminalamt 212 die Adressen der Angehörigen ermittelt.

Nachdem die Hinterbliebenen durch die zuständigen Polizeiwachen vom Todesfall unterrichtet worden waren, nahm der Autor telephonisch Kontakt auf. Es wurde zunächst erklärt, daß man im Auftrag der Augenklinik anrufe und noch einige Fragen zur Person des Verstorbenen habe. Man erkundigte sich nach einem Organspenderausweis, bzw. ob sich der Tote zu Lebzeiten zu diesem Thema

geäußert habe. Nach diesen Fragen wies man darauf hin, daß in der Universitätsklinik Eppendorf Augenhornhäute von Verstorbenen an Personen mit einer Hornhauttrübung transplantiert werden. Die eigentliche Frage zur Hornhautentnahme an dem Verstorbenen mußte häufig nicht gestellt werden, da die Hinterbliebenen von sich aus dieses Thema zur Sprache brachten. Die Reaktionen waren in den meisten Fällen trotz starker Trauer gefaßt. Häufig wurde um eine Bedenkzeit gebeten, um mit Familienangehörigen oder Freunden Rücksprache nehmen zu können. In einem solchen Fall wurde darauf hingewiesen, daß der zeitliche Rahmen zur Erstellung eines Transplantates mit maximal 72 Stunden nach Todeseintritt begrenzt ist.

Es wurde auch ausdrücklich erklärt, daß das kosmetische Aussehen gewahrt bleibt, und die Freigabe des Leichnams nicht verzögert wird. Häufig wurden von den Angehörigen noch Fragen zur Entnahmemethode gestellt, aber auch Zweifel über die Verwertbarkeit der Hornhäute geäußert.

Bei älteren Menschen, die den Ehepartner verloren hatten, mußte man öfters seelischen Beistand leisten. Es entwickelte sich nicht selten ein persönliches Gespräch über den Verstorbenen und den Tod. Auch Fragen zur Bestattung wurden von den Angehörigen aufgeworfen. In vielen Fällen half es, bei der Trauerbewältigung einfach nur zuzuhören. Durch das Bemühen um einfühlsame und vertiefte Gespräche gelang es sehr häufig, den Angehörigen die Problematik einer Transplantation näher zu bringen und sie zur Zustimmung bezüglich der Organspende zu bewegen. Auf jeden Fall wurde die mündliche oder schriftliche Entscheidung des Verstorbenen immer respektiert.

Nachdem die Angehörigen einer Hornhautentnahme zugestimmt hatten, wurde in den meisten Fällen bei dem zuständigen Staatsanwalt eine Teilfreigabe des Leichnams zur Entnahme der Hornhäute erwirkt, soweit nicht bereits routinemäßig die Freigabe des Leichnams verfügt war. Des weiteren wurde die Augenklinik informiert, um alles weitere für eine Konservierung und Typisierung des Transplantates vorzubereiten.

3.2 KRITERIEN ZUR TRANSPLANTIERBARKEIT EINER SPENDER-KORNEA

Eines der wichtigsten Kriterien zur Transplantierbarkeit einer Kornea ist die Endothelzelldichte, die mindestens 2000 Zellen/mm² betragen sollte. Die Zellen sollten ein regelmäßiges Muster ohne Polymorphie, Mehrkernigkeit und Nekrosen aufweisen. Auch das restliche Hornhautstroma muß einem regelrechten morphologischen Befund entsprechen (siehe Abb. 3).

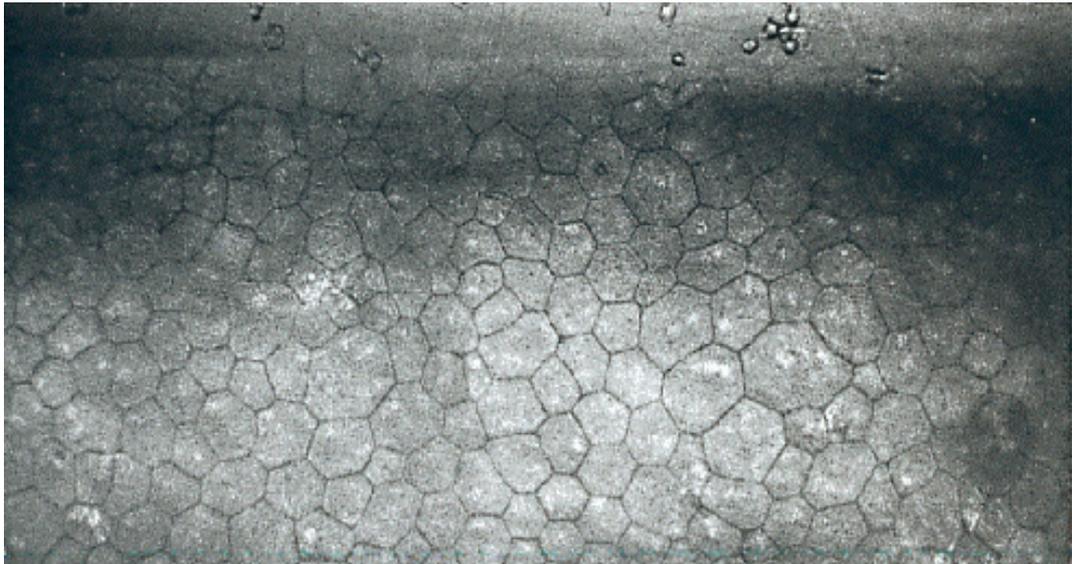


Abb. 3: regelrechter morphologischer Befund von Endothelzellen

Die Abbildung 3 zeigt Endothelzellen einer Spenderkornea unter dem Mikroskop. Man kann deutlich die hexagonalen Zellen erkennen, die durch aktiven Transport und selektive Diffusion den Stoffaustausch zwischen Kornea und Kammerwasser kontrollieren.

Der Zellverlust darf während der maximalen Konservierungsdauer nicht mehr als 20% überschreiten, da ansonsten von einer Zellschädigung vor der Konservierung ausgegangen werden muß.

Das maximale Spenderalter liegt bei 90 Jahren. Dem Empfängeralter sind keine Grenzen gesetzt, solange die Operation dem Patienten aufgrund seines allgemeinen Gesundheitszustandes zumutbar ist. Die Altersdifferenz zwischen Spender und Empfänger sollte nur in Ausnahmefällen mehr als 20 Jahre betragen, aber max. 30

Jahre nicht überschreiten. Dies gilt insbesondere bei notfallmäßig durchgeführten Transplantationen, bei denen nur durch schnelles Abdecken des Auges durch eine Keratoplastik ein größerer Schaden abgewendet werden kann [Engelmann et al. (1995)].

3.2.1 KONTRAINDIKATIONEN FÜR DIE TRANSPLANTATION VON SPENDERKORNEA

Viele Erkrankungen sind bei dem Spender als absolute Kontraindikation zur Erstellung einer Keratoplastik anzusehen, um eine Übertragung von Infektionen ausschließen zu können. Aber auch Entzündungen und Verformungen der Hornhaut können die Transplantationsergebnisse negativ beeinflussen. Im einzelnen galten im Rahmen dieser Studie folgende Ausschlußkriterien:

- Aktive Virushepatitis, Hepatitis unklarer Genese,
- AIDS oder HIV - Seropositivität, hohes Risiko für das Vorliegen einer HIV-Infektion,
- virale Enzephalitis oder bei unklarer Genese,
- Creutzfeld - Jacob Erkrankung,
- Erkrankung des ZNS (**Z**entrales - **N**erven - **S**ystem), wie Multiple Sklerose, Morbus Alzheimer, amyothrophische Lateralsklerose,
- subakute sklerosierende Panenzephalitis,
- kongenitale Maserninfektion,
- Reye - Syndrom,
- Septikämie,
- Rabies,
- Augenerkrankungen (Retinoblastom, Entzündungen wie Iritis, Konjunktivitis, korneale Erkrankungen wie Keratokonus, Pterygium, maligne Tumoren des vorderen Augenabschnittes),
- Zustand nach Operationen am vorderen Augenabschnitt,
- akute Leukämie,

- akut disseminierte Lymphome,
- Verstorbene, die zwischen 1963-1985 mit humanem Wachstumshormon aus Hypophysen (pit-hGH) behandelt worden sind,
- Zustand nach Intubationsbeatmung (bei Verwendung von Frischmaterial).

3.2.2 EINGESCHRÄNKTE KONTRAINDIKATIONEN

Folgende Erkrankungen [Engelmann et al. (1995)] sind als eingeschränkte Kontraindikationen anzusehen, d. h. daß der behandelnde Arzt abwägen und entscheiden muß, ob die Nutzen einer Transplantation die Gefahren der unten aufgeführten Krankheiten aufwiegen.

- Morbus Parkinson,
- chronische Immunsuppression,
- Lues - Seropositivität,
- Kachexie,
- Anorexie,
- positiver Zytomegalievirustiter im Falle der Hornhautverpflanzung bei Kindern oder im Falle einer Immunsuppression nach Transplantation.

Nach dem Transplantationsgesetz (TPG) von 1997, §6 und §16 (1+4), sind medizinische Ausschlußkriterien einer postmortalen Organspende: „...maligne Tumoren und Systemerkrankungen, die nach üblichem medizinischem Standard noch nicht als geheilt gelten können, bestimmte übertragbare Infektionskrankheiten und ärztlich allgemein bekannte spezielle Infektionsrisiken. Ausnahmen und Einzelheiten sind gemäß dem jeweiligen wissenschaftlichen Erkenntnisstand in Konsensuspapieren geregelt...“

Nach §7 des TPG dürfen, bevor der Tod des möglichen Organspenders festgestellt ist, nur seine aktuell behandelnden Ärzte vom Hausarzt und von früher behandelnden Ärzten anamnestische Daten erfragen. Nach der Todesfeststellung sind Ärzte, die den möglichen Organspender wegen einer dem Tod

vorausgegangenem Erkrankung behandelt hatten, zur Auskunft verpflichtet gegenüber dem Arzt, der eine Organentnahme beabsichtigt, oder gegenüber der, von der Koordinierungsstelle beauftragten, Person, soweit dies erforderlich ist für die beabsichtigte Organentnahme. Die Auskunft soll für alle Organe, deren Entnahme beabsichtigt ist, zusammen eingeholt werden [Hoppe et Schreiber (1999)].

3.3 METHODIK DER ORGANENTNAHME

Der Bulbusentnahme geht eine Blutentnahme am Leichnam voraus - routinemäßig aus der Vena femoralis. Das Blut wird im Institut für Medizinische Mikrobiologie und Immunologie infektionsserologisch auf evtl. Infektionen mit HIV oder Hepatitis B+C untersucht. Der makroskopische Befund des Auges sollte unauffällig sein, d. h. Hornhaut und vorderer Augenabschnitt sollen regelrecht sein. Danach wird dem Verstorbenen ein Holzkeil unter den Kopf gelegt, damit Einblutungen in die Augenhöhlen infolge der fehlenden Blutgerinnung vermieden werden können. In seltenen Fällen können trotz Hochlegen des Kopfes Blutungen auftreten, die man durch Raffungsnähte in der Tiefe der Orbita stoppen kann.

Im einzelnen sind bei der Organentnahme folgende Maßnahmen vorzunehmen:

Die Augenlider werden gemäß Abbildung 4 durch einen Lidspanner offen gehalten. Es sollte darauf geachtet werden, die Hornhaut dabei nicht zu berühren.

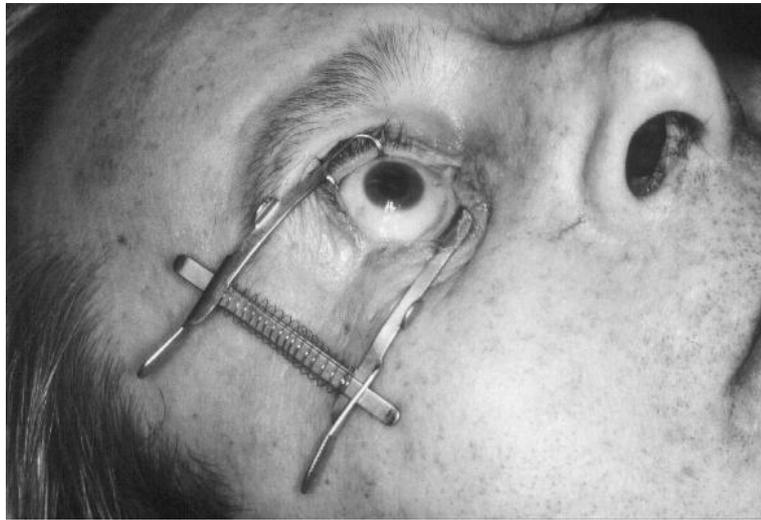


Abbildung 4: Augenlid mit Lidspanner

Mit einer spitzen anatomischen Pinzette hebt man gemäß Abbildung 5 die Tunica conjunctiva an und trennt diese kreisförmig um die Kornea herum ab. Es ist dabei darauf zu achten, daß durch zu starken Zug an der Pinzette die Hornhaut nicht geschädigt wird.

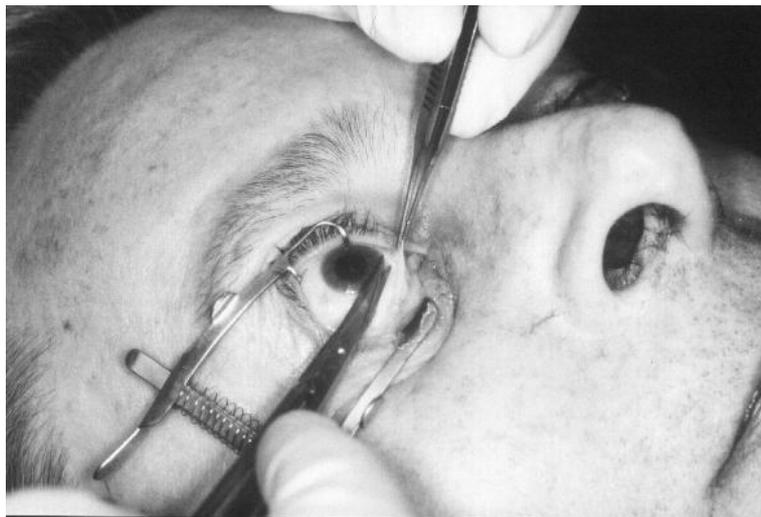


Abbildung 5: kreisförmiges Durchtrennen der Tunica conjunctiva

Durch stumpfes Ablösen der Tunica conjunctiva von der Sclera gelangt man gemäß Abbildung 6 mit einem Cushing - Häckchen an die Ansatzpunkte der Augenmuskeln. Diese können nun durch leichten, sagittalen Zug in den Operationsbereich gezogen werden.

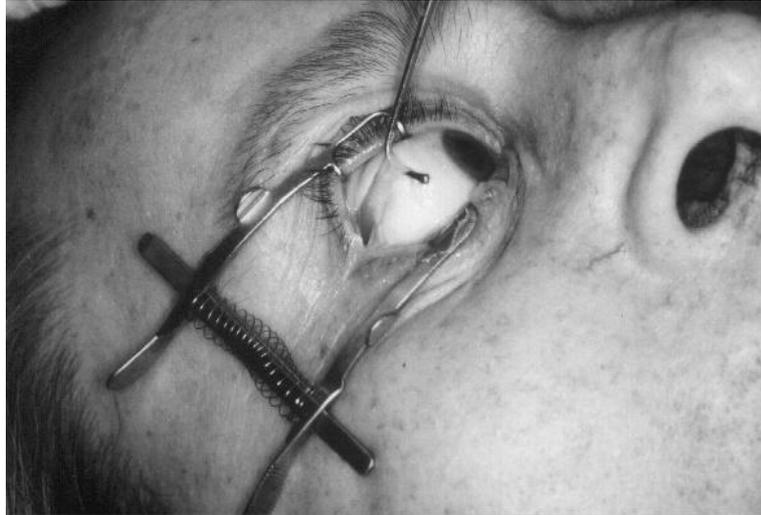


Abbildung 6: Cushing - Häckchen mit Augenmuskel (Musculus rectus lateralis)

Nunmehr werden gemäß Abbildung 7 die einzelnen Muskeln, ausgenommen der Musculus rectus medialis, an den Ansatzpunkten durchtrennt.

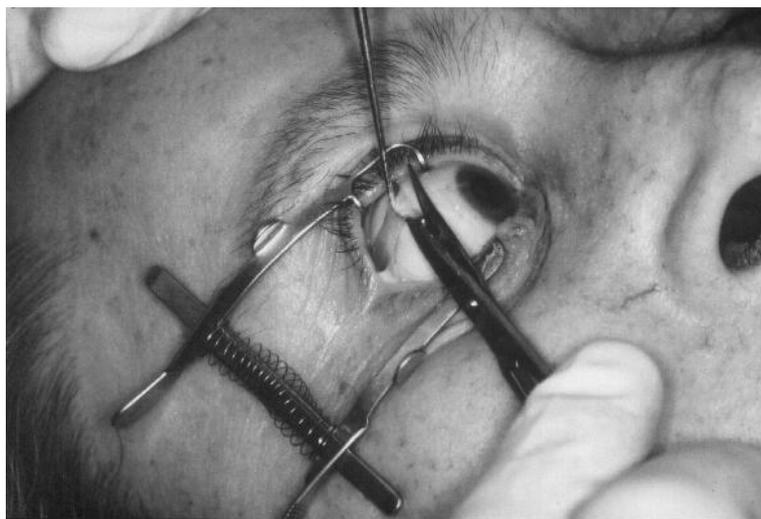


Abbildung 7: Durchtrennung der Augenmuskeln

Den Musculus rectus medialis durchtrennt man gemäß Abbildung 8 ca. 1cm vor seinem Ansatzpunkt, damit der Bulbus mit einer Lerche - Pinzette gefaßt werden kann. Durch leichten Zug an der Pinzette in laterale Richtung wird nun eine chirurgische Schere (die Spitze ist stumpf und nach innen gebogen) medial des Bulbus in die Orbita eingeführt. Der Sehnerv kann durchschnitten und das Auge entfernt werden.



Abbildung 8: Durchtrennung des Sehnervs

Die Augenhöhle des Verstorbenen wird mit einem Tupfer ausgefüllt und mit einer Augenprothese gemäß Abbildung 9 versehen. Dies geschieht insbesondere unter kosmetischen und ästhetischen Gesichtspunkten. Die mit dem Tupfer ausgefüllte Orbitahöhle und das künstliche Auge sollten dem physiologischen Auge in Größe und Farbe entsprechen.

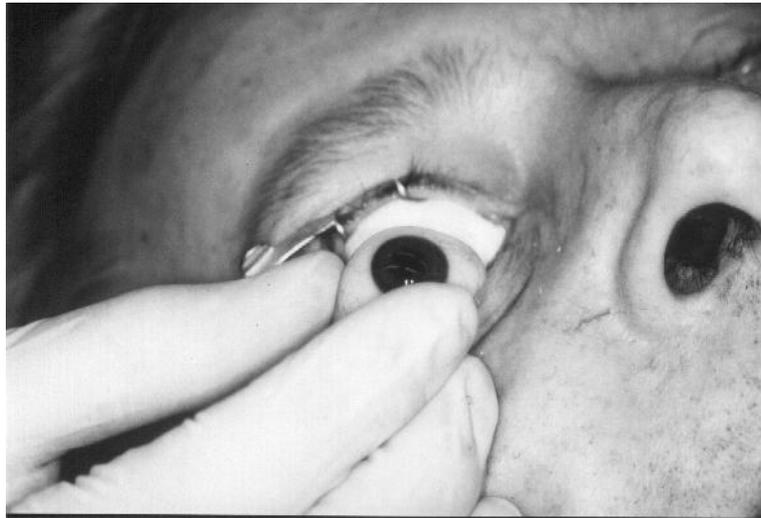


Abbildung 9: Orbitahöhle mit Augenprothese

Der Bulbus wird in mit NaCL befeuchtete Tupfer gelegt (Abbildung 10), damit es zu keiner Austrocknung kommt. Danach beträufelt man ihn mit einer Tinktur aus Jod und Gentamycin. Dies hat eine leicht keimabtötende Wirkung und dient der Verhinderung des Bakterienwachstums. Anschließend wird der Bulbus zur weiteren Präparierung in einem kleinen Transportbehälter direkt in die Augenklinik überbracht.

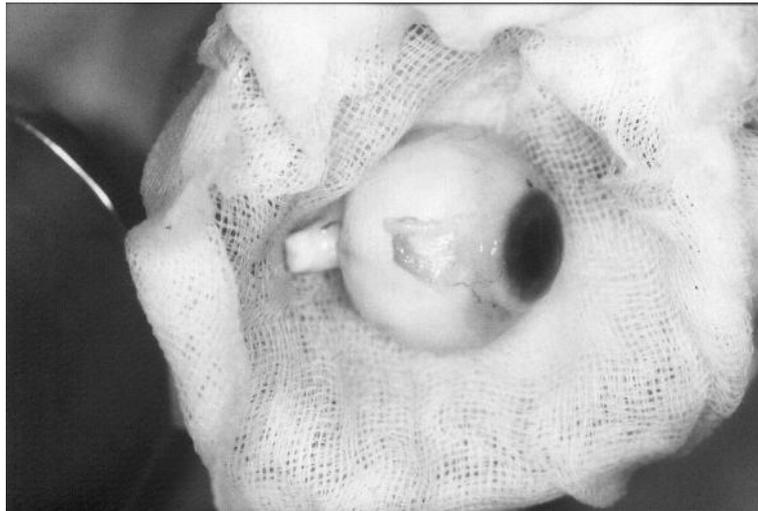


Abbildung 10: entnommener Bulbus

Alle Bulbusentnahmen geschahen unter Aufsicht der diensthabenden Ärzte bzw. der diensthabenden Ärztin im Institut für Rechtsmedizin.

3.4 PRÄPARATION UND BEFUNDUNG DER SPENDERHORNHÄUTE IN DER AUGENKLINIK

Die eingelieferten Bulbi müssen umgehend gesäubert und präpariert werden um lange Postmortemzeiten (=Zeitspanne zwischen Eintritt des Todes und Konservierung) zu vermeiden. Nach der Säuberung mit einer PVP - Jod - Lösung kann unter sterilen Bedingungen damit begonnen werden, die Korneaskleralscheibe zu gewinnen. Dies geschieht mit Hilfe eines Trepens und einer Mikrokeratomieschere. Die der Sklera anheftende Uvea wird möglichst atraumatisch abpräpariert, und die Korneaskleralscheibe kann dann in eine Gewebekulturflasche mit einem Medium transportiert und mikroskopisch begutachtet werden. Die Lagerung der Hornhäute erfolgt in Kulturmedien bei 37°C und einer Kohlendioxydbegasung in einem Zellkulturinkubator [Engelmann et al. (1992)].

Zur Befundung werden Epithel, Stroma und Endothel untersucht. Besonderes Augenmerk gilt der einschichtigen, flachen Endothelzellschicht. Diese Zellen besitzen nur eine sehr geringe Regenerationsfähigkeit und sind besonders für die Ernährung und Transparenz verantwortlich [Kanski und Spitznas (1987)].

Mit einem Phasenkontrastmikroskop werden Zelldichte, Zellmorphologie und Vitalität der Zellen nach der Präparation und vor der Transplantation begutachtet. Die Differenz der Zellen kann als ein Maß für die Vitalität der Spenderhornhaut angesehen werden.[Engelmann et al.(1992)]

In den beiden folgenden Abbildungen 11 und 12 sind exemplarisch Hornhautendothelien mit einer guten Zelldichte (Abb. 11) und einer mit Nekrosen behafteten Zelldichte (Abb. 12) gegenüber gestellt.

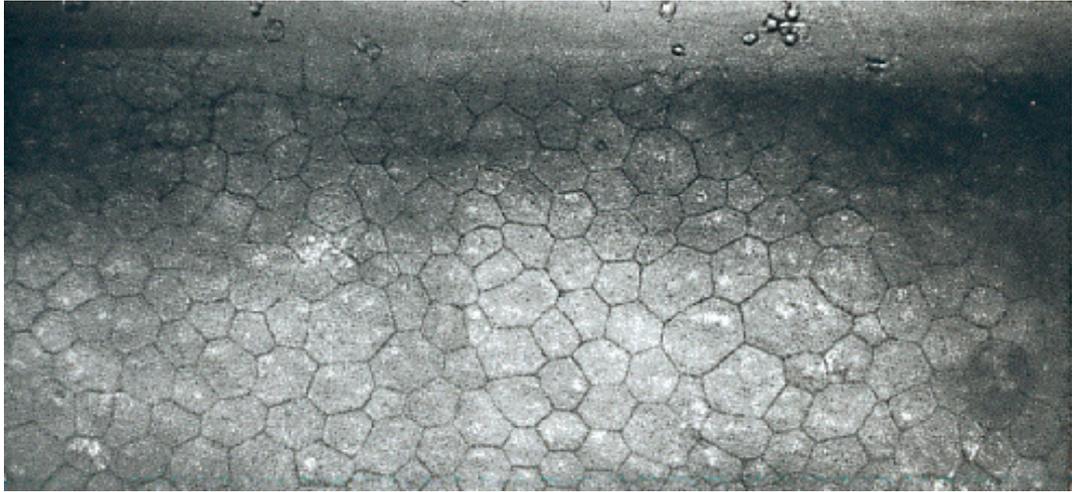


Abbildung 11: Endothel mit guter Zelldichte

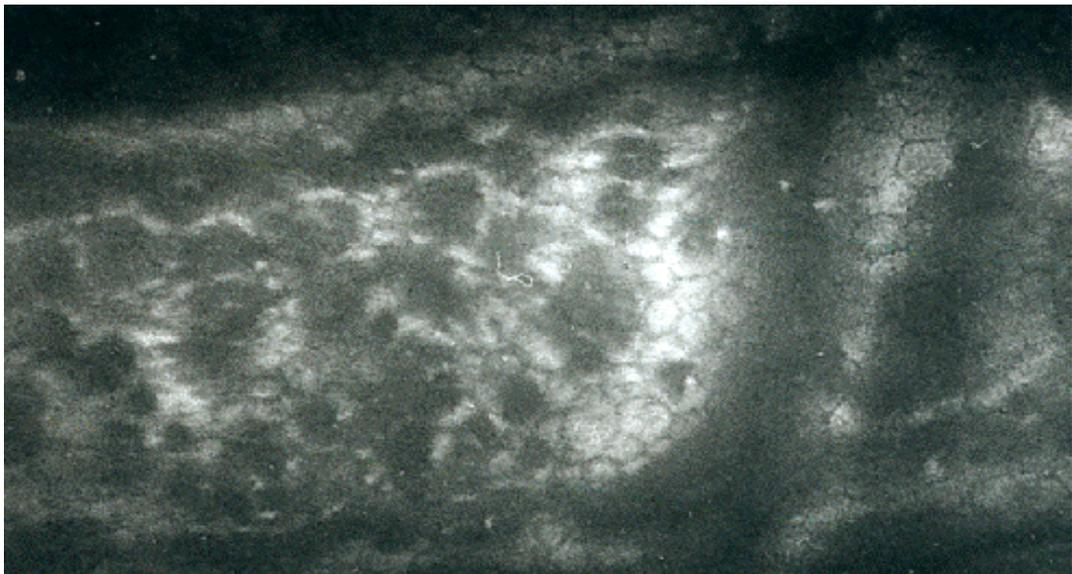


Abbildung 12: Endothel mit Nekrosebezirken

Die Befundung der Hornhäute wird von dem diensthabenden Arzt durchgeführt und dauerte meist nur wenige Minuten. Die Präparation der Bulbi obliegt den medizinischen Assistentinnen bzw. Assistenten, die ca. 1 Stunde pro Augapfel benötigen, um eine Keratoplastik zu erstellen, die Zellzahlen zu ermitteln und diese danach in eine Nährlösung einzubringen.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die Befunde an den Explantaten wurden nach einer Reihe von Gesichtspunkten ausgewertet und im Hinblick auf Korrelationen zum Spender, Vorerkrankungen, Todesursache, Postmortemzeiten usw. analysiert.

4.1 AUSWERTUNGSVERFAHREN

Um die wichtigsten Informationen und Daten der einzelnen Verstorbenen und der Angehörigen festzuhalten, wurde zunächst ein Auswertebogen erstellt. Ein Musterbogen dazu ist im Anhang des Kapitels **10.1** dokumentiert.

In einem ersten Teil des Auswertebogens sind die folgenden Angaben zur Person des **Verstorbenen** enthalten:

- **L-Nr.:** Die laufende Leichennummer des Verstorbenen.
- **Geburtsdatum:** Zur Ermittlung des Alters.
- **männlich/weiblich:** Zur Darstellung von Geschlechtsunterschieden.
- **Todesursache:** Die unterschiedlichen Todesursachen sollen z. B. Aufschluß darüber geben, ob die Zellzahlen der Hornhautendothelien abhängig sind von der Todesursache des Verstorbenen.
- **Todeszeitpunkt:** Datum, Uhrzeit. Hieraus kann die Postmortemzeit berechnet werden, d. h. in diesem Fall die Zeitspanne zwischen Todeszeitpunkt und der Bulbusentnahme.
- **Körpertemperatur bei Einlieferung:** Damit kann der ungefähre Todeszeitpunkt errechnet werden (ca. 1C° Temperaturabfall / 1 Std. Liegezeit), eine genauere Berechnung kann nach dem Henßge-Verfahren ermittelt werden. Hierbei werden individualisierte Mittelwert-Norm-Ergebnisse in Form eines Nomogramms benutzt [Henßge et Brinkmann (1984)], wenn der Todeszeitpunkt nicht bekannt ist.
- **Kleidung:** Die Angabe kann relevant zur Bestimmung der Todeszeit in Relation zur Temperatur (z.B.: lag der Körper bekleidet oder unbekleidet in der kalten Wohnung?) sein.

- **Fundort/Sterbeort:** Der Ort, an dem der Verstorbene aufgefunden wurde, ist eine wichtige Information zur Bestimmung des Todeszeitpunktes aufgrund der Auskühlung des Leichnams, z .B. bei Auffindung im Schnee oder in der Badewanne.
- **Grunderkrankungen:** Sind Erkrankungen des Toten bekannt, die ihn für eine Hornhautspende ausschließen? Siehe hierzu auch Kapitel 3.2.1.
- **Entnahmedatum/Uhrzeit:** Wann wurden die Bulbi entnommen? Man kann hieraus im Zusammenhang mit dem Todeszeitpunkt die Postmortemzeit errechnen.

Im zweiten Teil des Auswertebogens wurden Informationen über die Telephonate mit den **Angehörigen** gesammelt:

- **Datum des Tages der Gesprächsführung:** Diese Angabe dient neben der allgemeinen Dokumentation über das Angehörigengespräch (auch unter rechtlichen Aspekten) zur Absicherung, ob mehr als 72 Stunden zwischen Todeszeitpunkt und Entnahme der Bulbi vergangen sind - siehe hierzu auch Kapitel 3.2. über die Kriterien zur Transplantierbarkeit einer Spenderkornea.
- **Telephon-Nr. der Angehörigen:** Diese Angabe wird zur Erstellung einer Übersichtsstatistik zur Spendenbereitschaft der Angehörigen in Hamburg und Umgebung verwendet. In einem Vergleich mit Daten aus der Volkszählung von 1987 können daraus Informationen gewonnen werden, inwieweit Zusammenhänge zwischen Spendebereitschaft, Schulbildung, Schulabschlüsse, Beruf, Einkommen, soziales Umfeld und andere persönliche Daten Angehöriger in den einzelnen Stadtteilen bestehen. Anhand der ersten zwei Zahlen der Rufnummer kann der Stadtteil in Hamburg ermittelt werden, indem die Hinterbliebenen wohnen.
- **Anzahl der Anrufe:** Die Gesamtzahl der Telephonate, die zu einer Zu- bzw. Absage nötig waren. Anhand der Anzahl und der Dauer der Anrufe kann auf die durchschnittliche Zeit geschlossen werden, die benötigt wird, bis eine Zu- bzw. Absage erteilt wird.

- **vergebliche Anrufe:** Anzahl der Anrufe, bei denen das Telefon nicht abgehoben wurde. Diese Angabe kann mit der Anzahl und der Dauer der Anrufe Auskunft über die benötigte Zeit geben, bis jemand erreicht wird.
- **sachbezogene Anrufe und Dauer des einzelnen Gespräches:** Jeder Anruf, der mit einem Angehörigen den Verstorbenen betreffend geführt wurde, wurde mit der dazugehörigen Gesprächsdauer vermerkt. In Verbindung mit der Anzahl der erfolgreichen, bzw. der vergeblichen Anrufen läßt sich auf die durchschnittliche Zeit zurückschließen, die dazu nötig ist, einen Verwandten zu erreichen, zu befragen und eine Auskunft über die Spendenbereitschaft zu erhalten.
- **Einverständniserklärung:** Erklärung, ob der Verwandte einer Hornhautentnahme zustimmte oder sie ablehnte.
- **Wer gab die Einverständniserklärung:** Hier wird die Person benannt, die über die Zusage oder Ablehnung entschied. Die betreffende Person wurde aufgrund des Datenschutzes nur mit dem Angehörigenverhältnis, wie z. B.: Enkel, Mutter, Ehemann in den Auswertungsbogen übernommen.
- **Organspenderausweis:** Die Angehörigen wurden nach einem Organspenderausweis des Verstorbenen befragt. Als Antwortmöglichkeit konnte „ja“, „nein“ oder „nicht bekannt“ angegeben werden.
- **Spendebereitschaft des Verstorbenen zu Lebzeiten:** Die Hinterbliebenen wurden über die Einstellung des Toten zu Transplantationen befragt. Als Antwortmöglichkeit konnte auch hier wieder „ja“, „nein“ oder „nicht bekannt“ angegeben werden.
- **Argumente für/gegen Transplantation:** Argumente, die von den Angehörigen für oder gegen eine Transplantation genannt werden.

Gemäß der bestehenden Verpflichtung zur Dokumentation der Einverständnisse bzgl. Der Bulbus-Explantation und über die durchgeführte Explantation werden die Dokumentationsbögen im Institut für Rechtsmedizin unter Beachtung des Datenschutzes archiviert.

4.2 DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

In den folgenden Abschnitten werden die erhobenen Fakten summarisch ausgewertet und teilweise untereinander korreliert. Es soll u. a. aufgezeigt werden, ob es beispielsweise Korrelationen zwischen Endothelzellzahlen und Postmortemzeiten bzw. Todesursachen gibt. Ebenso wird z. B. die entnommene und transplantierte Menge an Hornhäuten von 1983 bis zu dieser Studie erläutert. Daraus können Hinweise über evtl. Verbesserungen der Methoden zur Bulbusentnahme aufgezeigt werden.

Auch die Gesprächsführung mit den Hinterbliebenen wird untersucht, wobei hier Einverständiserklärungen bzgl. der Bulbusexplantation in Abhängigkeit vom Verwandtschaftsgrad bzw. von der Todesursache dargelegt werden.

Aus der Anzahl der festgestellten Organspenderausweise und der erfragten Einstellung des Verstorbenen zur Transplantation können Rückschlüsse auf das allgemeine Spenderverhalten der Bevölkerung gezogen werden.

Die Telephonnummern geben Auskunft über den Wohnort der Angehörigen. Hiermit soll eine Tendenz der Spenderbereitschaft der Bewohner der einzelnen Hamburger Stadtteile mit ihren unterschiedlichen sozialen Schichten aufgezeigt werden.

Zur Auswertung und Analyse des umfangreichen Datenmaterials wurden Diagrammdarstellungen, arithmetische Mittelwertbildungen und Prozentangaben in Abhängigkeit der unterschiedlichsten Beobachtungs- und Eigenschaftsparametern eingesetzt. Es wurden bewußt keine komplexeren Verfahren der mathematischen Statistik herangezogen, da die Gesetzmäßigkeiten und Erscheinungsformen in der medizinischen Forschung unvergleichlich schwieriger sind als in der klassischen Physik und der Technik. Insbesondere gilt dies, wenn die Beobachtungsergebnisse von vielen sehr unterschiedlichen Faktoren bzw. Parametern abhängen, die dem Bearbeiter nicht genau oder überhaupt nicht zugänglich sind. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich aus der Tatsache, daß der Stichprobenumfang des Beobachtungsmaterials sehr klein war und die Homogenität des Versuchsmaterials nicht in ausreichendem Maße gewährleistet war [Pearson (1967)].

4.2.1 STERBEALTER UND GESCHLECHT DER VERSTORBENEN

Tabelle 1 zeigt, daß das Durchschnittsalter aller in das Institut für Rechtsmedizin eingelieferten Toten von dem Durchschnittsalter der Verstorbenen, die für eine Keratoplastik in Frage kommen, höher liegt. Diese Altersverteilung liefert einen ersten Hinweis auf die Qualität der Hornhäute. In Kapitel 4.2.3 werden die Gründe hierfür erläutert.

Das mittlere Sterbealter der in das Institut für Rechtsmedizin eingelieferten 1404 Toten betrug 61,9 Jahre. Die Gesamtzahl der Toten umfaßte zunächst n=1415, aber zu 11 Leichen konnten keine Identifikationsdaten ermittelt werden; daher wurden nur 1404 Fälle in die Betrachtung einbezogen.

Bei den 447 Verstorbenen, die für eine Hornhauttransplantation in Frage kamen, lag das mittlere Sterbealter mit 68,2 Jahren etwas höher als das allgemeine durchschnittliche Sterbealter, der in das Institut für Rechtsmedizin eingelieferten Toten.

Die 152 Toten, die zu einer Explantation durch Angehörige freigegeben worden waren, wiesen ein Durchschnittsalter von 68,6 Jahren auf.

Die 137 Verstorbenen, bei denen letztlich eine Bulbientnahme stattfand, waren im Mittel 67,9 Jahre alt.

	Eingelieferte Leichen		geeignet für Keratoplastik		zur Explantation freigegeben		mit Bulbusentnahme realisiert	
	n	Alter	n	Alter	n	Alter	n	Alter
	1404	61,9	447	68,2	152	68,6	137	67,9
weibl.	519	68,5	190	65,3	62	73,1	54	73,4
männl.	885	58,0	263	72,0	90	64,3	83	64,3

Tabelle 1: Mittleres Sterbealter der Verstorbenen, unter Berücksichtigung ihrer prinzipieller Eignung zur Bulbus-Explantation und der durchgeführten Entnahme.

4.2.2 TODESURSACHEN

Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die verschiedenen Todesursachen und deren Häufigkeitsverteilung. Hieraus kann abgeleitet werden, bei welchen Todesursachen die Augen der Verstorbenen besonders häufig für eine Transplantation geeignet waren oder bei welchen nicht.

Dieser Punkt gibt einen Hinweis darauf, ob es gewisse Todesarten gibt, die komplett oder zumindest teilweise als Grundlagen von Ausschlußkriterien einer Transplantation anzusehen sind.

In Tabelle 2 werden die Todesarten in 18 verschiedene Kategorien unterteilt, wobei die Gruppe der „Tötungsdelikte“ zusätzlich in 6 Unterkategorien eingeteilt wird.

Der ersten Spalte kann man die Todesart entnehmen. Die nachfolgenden zwei Spalten geben die Anzahl aller Verstorbenen an, die in dem Zeitraum von März bis August 1997 in das Institut für Rechtsmedizin eingeliefert wurden, bzw. für eine Keratoplastik in Frage kamen.

Die letzte Spalte stellt einen prozentualen Bezug zwischen der Anzahl tatsächlich Verstorbener und der für eine Keratoplastik in Frage kommenden Verstorbenen der gleichen Todesursache dar.

Todesursache	Alle eingelieferten Leichen	für eine Bulbusentnahme geeignet	
	n	n	%
Plötzlicher Tod (PT) d.h. durch natürliche, innere Ursache, z.B. Herzinfarkt, verursacht	1134	400	35,3
Drogentod	41	---	---
Erhängen	57	23	40,4
Medikamentenintox., u. a.	18	5	27,8
Sturz aus der Höhe	26	5	26,9
(Selbstdrosselung)	1	0	0
Bahnüberfahung	17	2	11,8
Ertrinken	21	4	19,1
(Schuß)	8	1	12,5
(Ersticken)	7	2	28,6
(Stromtod)	3	1	33,3
(Scharfe Gewalt)	3	2	66,7
(CO - Intoxikation)	3	0	0
Verkehrsunfall	20	0	0
(Arbeitsunfall)	9	1	11,1
(Blitzschlag)	1	0	0
(Verbrennen)	8	1	12,5
• Tötungsdelikte (ohne Suizide)			
Stromtod	1	0	0
Schuß	8	0	0
Erstechen	2	0	0
Erwürgen	6	0	0
Ersticken	6	0	0
Erschlagen	4	0	0
gesamt	1404	447	

Tabelle 2: Todesursachen der im Zeitraum März bis August 1997 in das Institut für Rechtsmedizin eingelieferten Verstorbenen unter Berücksichtigung ihrer Eignung zur Bulbusentnahme.

Hinweis: Todesursachen mit weniger als 10 Fällen (in Klammern eingefaßt) wurden nicht in die Auswertung der Spende-eignung einbezogen.

Der plötzliche Tod (PT) stellt die häufigste Todesursache der in das Institut für Rechtsmedizin eingelieferten Verstorbenen dar. Die Eignung dieser Fälle zu einer Hornhautexplantation lag allerdings nur bei 35,3 %. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Postmortemzeiten sehr häufig über 72 Stunden lagen. Die Gründe hierfür lagen nicht nur bei den sehr langen Liegezeiten der Verstorbenen bis zur Auffindung, sondern auch in der Tatsache begründet, daß im Zeitraum zwischen Freitag nachmittag bis Montag früh keine Hornhäute entnommen werden konnten. Als Ursache für diese Einschränkung ist die personelle Unterbesetzung im Landeskriminalamt, bei der Staatsanwaltschaft und in der Augenklinik anzusehen.

Das Landeskriminalamt ist in der Regel am Wochenende nur mit einem minimalen Team besetzt. Die Informationen über Angehörige können aufgrund des verstärkten Arbeitsaufwandes daher nicht sofort bereitgestellt werden. Auch Adressen von Hinterbliebenen, die z. B. über das Einwohnermeldeamt oder Standesamt abgefragt werden müssen, können nicht ermittelt werden, da die meisten Ämter am Wochenende geschlossen sind.

Die Staatsanwaltschaft verfügt zwar über einen Wochenenddienst, die einzelnen Staatsanwälte sind jedoch häufig mit dem gängigen Verfahren der Freigabe der Hornhautentnahme nicht vertraut.

In der Augenklinik gibt es personelle Engpässe, wodurch nicht selten Präparationen der Spenderbulbi unterbleiben müssen.

Die Gruppe der nach Drogenkonsum Verstorbenen scheidet von vornherein aus, da sie zu einer sogenannten Hochrisikogruppe für übertragbare Krankheiten gehört.

Bei Tötungsdelikten wurden keine Bulbi entnommen, da hier aus juristischer Sicht eine Sektion Aufschluß über den Todeshergang ergeben muß. Insbesondere müssen zunächst auch alle Maßnahmen zur Spurensicherung abgeschlossen sein. Dies Vorgehensweise wurde auch schon bei dem Verdacht einer Tötung eingehalten. Hierdurch kommt es bei derartigen Fällen meist zu einer verspäteten staatsanwaltschaftlichen Freigabe für Bulbientnahmen und damit zur Überschreitung der maximalen Postmortemzeit von 72 Stunden.

Eine repräsentative Aussage ist bei weniger als 10 Verstorbenen mit gleicher Todesursache nicht möglich. Daher werden nur die Todesursachen berücksichtigt,

an denen mindestens 10 Personen verstorben sind. Todesursachen mit weniger als 10 Verstorbenen werden in Tabelle 2 in Klammern aufgeführt.

Bei der Todesursache „Erhängen“ liegt in 40 % der Fälle prinzipiell eine Eignung zur Bulbientnahme vor. Dies liegt in der Unversehrtheit des Leichnams sowie in vergleichsweise frühzeitigem Auffinden vieler dieser Suizidenten begründet.

Anders verhält es sich bei Stürzen aus großen Höhen oder bei Bahnüberfahrungen. Hier kann es zu multiplen Verletzungen des Skelettsystems kommen, insbesondere zu Frakturen der knöchernen Augenhöhlen. Die hieraus resultierenden negativen Einwirkungen auf das Auge, wie z. B. Durchspießungen oder Drucklässionen, können erheblich sein.

Bei Medikamentenintoxikationen, zu denen auch die häufig zu Selbsttötungen benutzten Mittel, wie z. B. Insektizide, Pflanzenschutzmittel oder ähnliche gerechnet werden, ist häufig festzustellen, daß es zu einem Erbrechen kommt. In diesem Fall kann bedingt durch eine Rückenlage des Verstorbenen saurer Mageninhalt in die Augen gelangen und so Zersetzungsprozesse in Gang gesetzt werden.

Der Körper eines Ertrunkenen sinkt in den meisten Fällen im Wasser auf den Grund herab [Forster und Ropohl (1986)]. Ertrunkene werden deshalb, wenn keine Zeugen vorhanden sind oder eine starke Strömung vorherrscht, meist später als 72 Stunden nach Eintritt des Todes gefunden. Der Leichnam steigt erst wieder durch fäulnisbedingte Gasbildung an die Oberfläche zurück; in sehr tiefen, kalten Gewässern kann dieser Vorgang Jahre dauern, manchmal verbleiben die Toten aber auch in der Tiefe.

Daß bei den untersuchten Verkehrsunfällen in keinem Fall eine Eignung für eine Bulbusexplantation bestand, lag einerseits an den meist schwersten Schädelverletzungen, andererseits an dem Alter der verstorbenen Personen. Ein Spender sollte nicht unter 14 Jahre alt sein, da sonst die Hornhaut zu weich und für eine Transplantation nicht geeignet ist.

In einigen Fällen wurde von einer Befragung der Hinterbliebenen abgesehen, da die Verstorbenen Angehörige moslemischen Glaubens waren. Moslime lehnen zumeist aus persönlichen Gründen das Öffnen des Leichnams und das Entnehmen von Organen ab. In diesem Zusammenhang ist andererseits darauf hinzuweisen, daß sich aus dem Koran keine religiösen Motive ableiten lassen, die eine Organexplantation oder -transplantation verbieten.

4.2.3 ENDOTHELZELLDICHTE IN RELATION ZUM LEBENSALTER

Die Hornhautspender wurden in Tabelle 3 in 7 Altersgruppen zusammengefaßt, wobei je Gruppe ein Jahrzehnt umfaßt und anhand der durchschnittlichen Endothelzellzahlen der Kornea eines Bulbus lassen sich Rückschlüsse ziehen, ob altersabhängige Veränderungen bei älteren Personen vorliegen. Die Endothelzellzahl kann als Qualitätsmaßstab für die wichtigste Eigenschaft der Hornhaut, nämlich ihre Transparenz, angesehen werden [Krause et al. (1997)]. Bei den vorliegenden Untersuchungen ist allerdings die jeweils geringe Anzahl an Personen in den einzelnen Altersgruppen zu berücksichtigen. Die Endothelzellzahlen in den jüngeren Altersgruppen sind wegen der geringen Menge an entnommenen Augen nicht aussagekräftig.

Es ist weiterhin zu bedenken, daß sehr viele Faktoren in den Gesamtprozeß der Bulbientnahme eingreifen, die nicht alle berücksichtigt werden können, so z. B. unterschiedliche körpereigene Zersetzungsprozesse, die unterschiedliche Zeitdauer bis zur Entnahme, die sogenannte Zellular-Konvektion. Nach dem Tod nehmen die zellstabilisierenden Effekte wie z. B. die Na/K-Pumpe mit der Zeit ab. Es kommt zu einer Teilchenbewegung bzw. -verschiebung durch unterschiedliche Dichtegradienten, die auf Temperaturänderungen und unterschiedliche chemisch-physikalische Stoffwechselkonzentrationen zurückzuführen sind. Auch leicht abweichende Schritte bei der Konservierung von Hornhäuten sind beachtenswert. Deshalb wird hier willkürlich eine Grenze von mindestens 20 entnommenen Augen pro Altersgruppe zur weiteren Auswertung festgelegt, um eine geringere Fehlertoleranz zu gewährleisten.

Altersgruppen in Jahren	Anzahl der entnommenen Augen	Durchschnittliche Zellzahlen pro mm² vor/nach Konser - vierung	Standardabweichung vor/nach Konser - vierung
11-20	(2)	(2675 / 475)	(225 / 475)
21-30	(2)	(3000 / 1025)	(200 / 25)
31-40	(12)	(2717 / 1271)	(259 / 965)
41-50	27	2560 / 1378	353 / 850
51-60	58	2418 / 1529	342 / 757
61-70	54	2579 / 1549	366 / 883
71-80	86	2420 / 1379	368 / 827
81-90	56	2289 / 1047	299 / 857
	gesamt: 297	Ø: 2453 / 1367	Ø: 341 / 829

Tabelle 3: Alter der Verstorbenen und Endothelzellzahlen vor und nach Konservierung

Die Zellzahlen der Spenderendothelien lag minimal bei 0 Zellen pro mm² und maximal bei 3500 Zellen pro mm². Die durchschnittliche Anzahl an Zellen pro mm² betrug 2453. Insgesamt wurden 297 Bulbi enucleiert. An 276 Endothelien konnten die Zellzahlen vor der Konservierung ermittelt werden. Bei den restlichen 21 dagegen kam es wegen schlechter Quellung bzw. technischer Schwierigkeiten - der Printer zur Erstellung eines Photos, um die Zellen auszuzählen war defekt - zu keiner Ermittlung der Zellzahlen.

Die **nach der Konservierung** ermittelten Zellzahlen lagen durchschnittlich bei 1416 Zellen pro mm². Die minimale Menge betrug 0 Zellen pro mm², maximal wurden 2650 Zellen pro mm² gemessen. Von 37 Hornhäuten konnten aus verschiedenen Gründen keine Zellzahlen bestimmt werden: 10 waren infektiös, von 12 lag keine Serologie vor, 12 weitere wurden für eine Studie benutzt und 2 waren voroperierte Hornhäute. Bei einem Konservat kam es zu einer Verkeimung.

Die Hornhäute, bei denen eine Infektion, eine Verkeimung oder keine Infektionsserologie vorlag, wurden verworfen, um die Hornhautbank vor jeder Art von Verunreinigung zu schützen.

Anhand des Abbildung 13 ist zu erkennen, daß sich die Zellzahlen bei den einzelnen Altersgruppen vor der Konservierung kaum unterscheiden. Nach der Konservierung kann man jedoch eine deutliche Reduktion der Endothelzellzahlen mit zunehmendem Alter erkennen. Die extrem auseinanderlaufenden Standardabweichungen vor und nach der Konservierung liegen darin begründet, daß sich in einigen Fällen nach einer Konservierung Totalnekrosen des Endothels entwickelten. Hier konnte die Zellzahl nur mit 0 Zellen/mm² registriert werden, wobei dies zu einer sehr starken Streuung um den Mittelwert (\emptyset) führte:

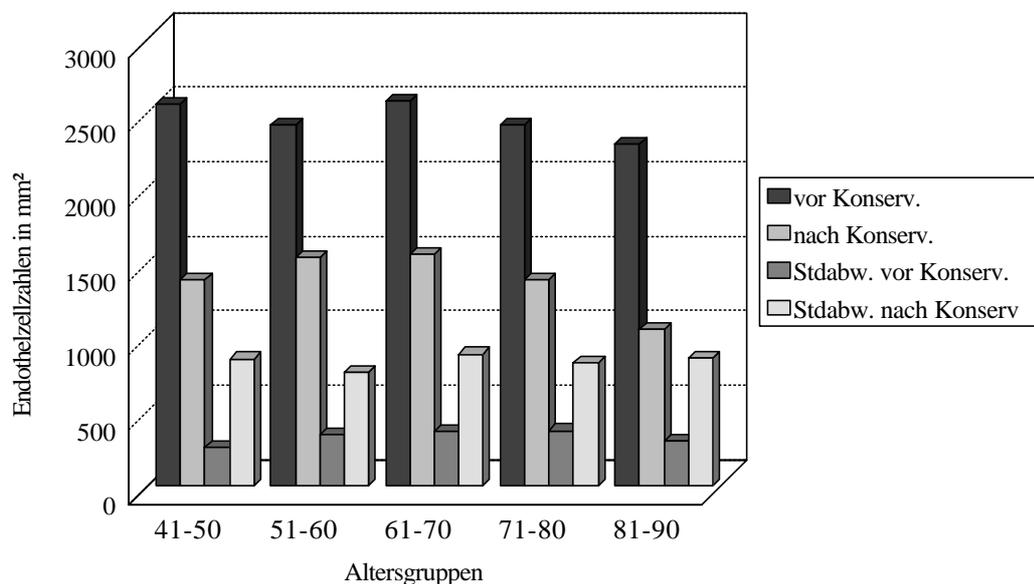


Abb. 13: Endothelzellzahlen in verschiedenen Altersgruppen vor und nach der Konservierung und die Standardabweichung vor/nach Konservierung.

4.2.4 ENDOTHELZELLZAHLEN IN ABHÄNGIGKEIT VON POST-MORTEMZEITEN

Es soll hier ein Zusammenhang zwischen Postmortemzeit und den Endothelzellzahlen aufgezeigt werden. Die Ergebnisse verdeutlichen, daß eine kurze Postmortemzeit oder eine entsprechende schnelle Entnahme die Qualität der Hornhäute verbessert.

Die Postmortemzeit lag zwischen 11 und maximal 112 Stunden. Kürzere Zeiten waren nicht möglich, da der Ablauf der Bulbifreigaben, geregelt durch die Polizei und die Staatsanwälte, eine gewisse Zeit in Anspruch nahm. Hierunter fielen die Ermittlungen und die persönliche Benachrichtigung der Hinterbliebenen durch die Polizei ebenso wie die Akteneinsicht des Staatsanwaltes zu dem jeweiligen Fall. Durchschnittlich wurden die Hornhäute ca. 40 Stunden nach Eintritt des Todes entnommen.

Zur besseren Übersicht werden die Postmortemzeiten in 24 Stundenzeiträume eingeteilt, woraus sich 4 Gruppen gemäß Tabelle 4 ergeben.

Postmortemzeiten in Std.	Menge an Hornhäuten	Durchschnittliche Zellzahlen pro mm² (vor/nach Konservierung)	Standardabweichung (vor/nach Konservierung)
0 - 24	73	2479 / 1455	352 / 854
25 - 48	139	2412 / 1330	372 / 854
49 - 72	57	2531 / 1386	341 / 847
72 - 112	27	2424 / 1283	375 / 862

Tab. 4: Todesursachen und Postmortemzeiten

Aus Abbildung 14 ist zu ersehen, daß die Endothelzellzahlen vor der Konservierung in den verschiedenen Postmortemzeit-Gruppen kaum voneinander abweichen. Hingegen wird nach der Konservierung eine Abnahme der Zellzahlen deutlich. Diese Abnahme ist nicht sehr signifikant, was wiederum unter anderem

auch auf der Tatsache beruht, daß das zu untersuchende Klientel für eine genaue statistische Untersuchung zu gering ist. Daher lassen sich aus diesen Daten nur Tendenzen erkennen. Die starken Unterschiede der Standardabweichung vor und nach der Konservierung liegen, wie bereits in Abschnitt 4.2.3 erläutert wurde, an den gelegentlich vorkommenden Totalnekrosen der Endothelien nach einer Konservierung.

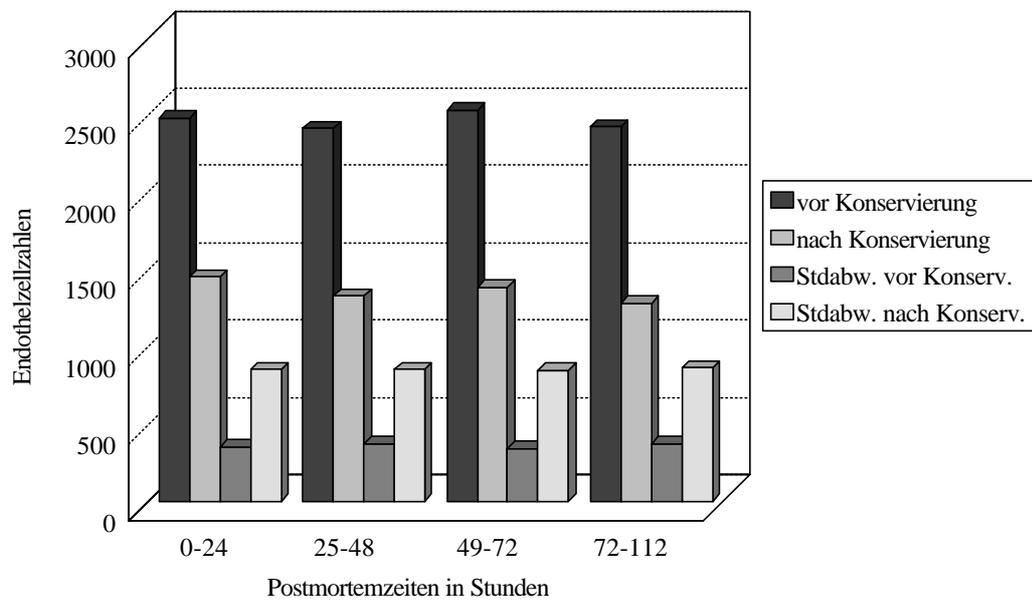


Abb. 14: Endothelzellzahlen in verschiedenen Postmortemzeit - Gruppen vor und nach der Konservierung sowie Standardabweichungen vor/nach Konservierung.

4.2.5 ENDOTHELZELLZAHLEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER TODES- URSACHE

Es wurde überprüft, ob sich verschiedene Todesursachen auf den Verlauf der Endothelzellichte während der Organkultur auswirken. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Darin werden auch die Zellzahlen nach der Konservierung berücksichtigt. Damit können eventuelle Schädigungen der Zellen, die vor der Konservierung noch nicht erkennbar waren, verdeutlicht werden.

Von den 297 untersuchten Bulbi stammen 23 Bulbi aus der Pathologie oder wurden von einem Multiorganspender entnommen. Daten über die Todesursache der Spender der zuletzt genannten 23 Bulbi konnten jedoch von dem Autor nicht ermittelt werden und werden daher bei einigen Tabellen nicht berücksichtigt.

Normalerweise zählt die Entnahme von Bulbi bei Multiorganspendern auch zu den Aufgaben der Augenärzte, die zuständig sind für die Organisation von Hornhäuten. Dies wurde während meiner Arbeit in der Gerichtsmedizin weiterhin ausschließlich von Augenärzten der Augenklinik Hamburg Eppendorf durchgeführt, da dies nicht in meinen Zuständigkeitsbereich fiel.

Todesursache	Anzahl der Hornhäute	Durchschnittliche Zellzahlen pro mm² (vor/nach Konservierung)	Standardabweichung (vor/nach Konservierung)
• Plötzlicher Tod (PT) , d. h. durch natürliche, innere Ursachen, z. B. Herzinfarkt, verursacht	240	2439 / 1344	375 / 862
• Erhängen	16	2529 / 1381	383 / 758
• Medikamentenintoxikation, u. a.	4	2313 / 1875	201 / 541
• Sprung aus der Höhe	4	2613 / 1000	263 / 1000
• Drosselung	0	---	---
• Bahnüberfahung	2	2800 / 0	150 / 0
• Ertrinken	6	2417 / 1567	203 / 529
• Schuß	0	---	---
• Ersticken	0	---	---
• Stromtod	0	---	---
• Scharfe Gewalt	2	2675 / 475	225 / 475
• CO - Intoxikation	0	---	---
• Verbrennen	0	---	---
• Verkehrsunfall	0	---	---
• Drogentod	---	---	---
n_{gesamt}	274	---	---

Tabelle 5: Todesursache und Endothelzellzahlen

Die restlichen 274 Bulbi wurden im Institut für Rechtsmedizin entnommen und können daher den entsprechenden Todesursachen zugeordnet werden. Auf eine Unterteilung von Suizid, Mord oder Arbeitsunfall (wie unter 4.2.2) wurde verzichtet, da nur die Todesursachen, jedoch nicht die zum Tode führenden

Umstände für die Untersuchung der Endothelien in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden sollten.

Ähnlich wie in Kapitel 4.2.2 ist eine repräsentative Aussage bei weniger als 10 Hornhäuten mit gleicher Todesursache nicht möglich. Daher können nur die Hornhäute berücksichtigt werden, bei denen die Todesursache Plötzlicher Tod oder Erhängen vorlagen.

Man kann erkennen, daß die Endothelzellen/mm² vor der Konservierung bei Plötzlichem Tod (2439 Zellen/mm²) und Erhängen (2529 Zellen/mm²) sich nur um eine geringe Differenz, nämlich 90 Zellen/mm² unterscheiden. Ein noch geringere Differenz von 37 Zellen/mm² ist für den Fall nach Konservierung zu beobachten. Hierbei waren durchschnittlich 1344 Zellen/mm² bei Plötzlichem Tod und 1381 Zellen/mm² bei Erhängen zu registrieren.

Die Standardabweichung war bei beiden Todesursachen von ähnlicher Größenordnung. D. h. 375 Zellen/mm² vor- und 862 Zellen/mm² nach Konservierung bei Plötzlichem Tod und 383/758 Zellen/mm² bei Erhängen.

4.2.6 VERWENDUNG DER SPENDERHORNHÄUTE

Von 137 Leichen aus dem Institut für Rechtsmedizin wurden 274 Bulbi entnommen. Weitere 22 Augen kamen im Untersuchungszeitraum aus der Pathologie bzw. von Multiorganspendern.

Eine Typisierung der Hornhaut durch Gewebsantigene - siehe hierzu auch Kapitel 2.1 -, die zur Verhinderung von Transplantatabstoßungen ermittelt werden müssen, wurden an **Eurotransplant** in Leiden weitergemeldet.

Die im UKE (Universitäts-Krankenhaus-Eppendorf) durchgeführten Keratoplastiken, die als Notfallhornhäute bereitgestellte oder an andere Krankenhäuser weitergegebenen Hornhäute ergeben sich aus Tabelle 6, weiterhin auch Hornhäute mit einer geringen Endothelzellichte, die zu Forschungszwecken benutzt wurden. Den Experimenten wurden auch Bulbi mit höheren Zelldichten zugeordnet, die zu Studien- und Forschungszwecken, aber auch zu Sicherheitsuntersuchungen der Hornhautbank verwendet wurden. Diese

Sicherheitsuntersuchungen dienten der Kontrolle, um Fehler bei der Konservierung aufzudecken.

Blutproben von insgesamt 10 Bulbi waren infektiös (6 mit HCV, 4 mit HIV), eine Hornhaut war verkeimt und bei 12 fehlte die serologische Untersuchung. Diese Bulbi wurden alle verworfen.

	Gesamtzahl der Keratoplastiken	Universitäts-Krankenhaus Eppendorf	verschickt an andere Krankenhäuser
transplantiert	80	33	47
Experimente	163	152	11
Notfall, transplantiert	3	0	3
Notfall, Experimente	28	25	3
Verworfen Bulbi (HIV+HCV-Infektionen), bzw. Verkeimt oder keine Serologie	23	---	---

Tabelle 6: Verwendung der Spenderhornhäute für Keratoplastiken sowie Prüfuntersuchungen aus der Augenbank

Aus Abbildung 15 wird deutlich, daß von den 296 Bulbi, die zwischen März und August in der Augenklinik aufgearbeitet wurden, 27% direkt transplantiert wurden und 1% zur schnellen Versorgung des Auges in Notfällen - Notfall-Keratoplastiken - eingesetzt wurden. 9% der Hornhäute hatten eine schwache Endothelzelldichte und wurden für Notfälle bereitgestellt. Diese wurden nach ca. 10 Tagen Aufbewahrungszeit Forschungszwecken zugeführt. 8% der Bulbi wurden aufgrund von Verkeimung, Infektiösität oder fehlender Infektionsserologie verworfen, die restlichen 55% konnten wegen zu geringen Zellzahlen nur noch für Experimente benutzt werden.

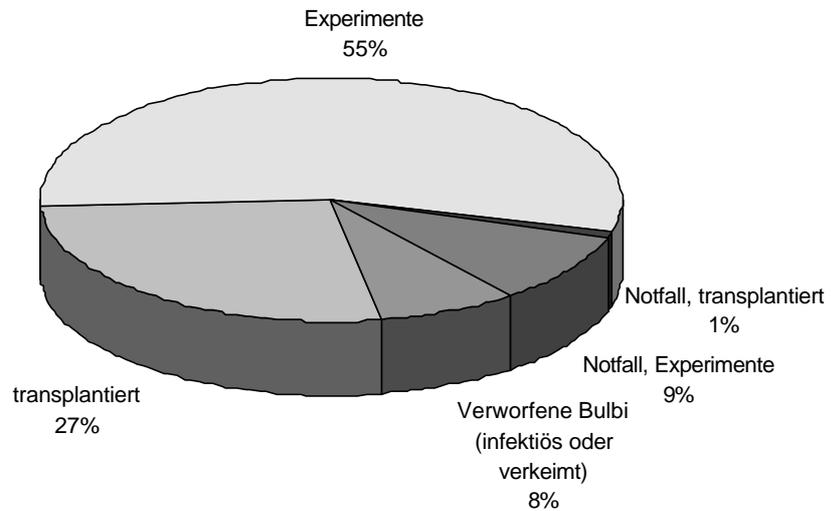


Abb. 15: Prozentuale Verteilung des Verwendungszwecks der entnommenen Hornhäute

Erläuterungen:

Experimente: Hornhäute, die zu Studien- bzw. Forschungszwecken benutzt wurden

Notfall, transplantiert: Notfall-Keratoplastiken, die zur notfallmäßigen Abdeckung des Auges benutzt wurden.

Notfall, Experimente: Notfall-Keratoplastiken, die für Notfälle bereitgestellt wurden und nach 10 Tagen Studien- bzw. Forschungszwecken zugeführt wurden.

Verworfene Bulbi: infektiöse oder verkeimte Bulbi, die verworfen wurden.

transplantiert: Bulbi, die transplantiert wurden.

4.2.7 AUFWAND FÜR TELEPHONANRUFEN ZUR SPENDERFREIGABE

Zur Ermittlung des zeitlichen Aufwandes, der benötigt wird, bis ein Bulbus freigegeben und entnommen werden kann, muß auch die durchschnittliche Dauer (Tabelle 7) und Menge (Tabelle 8) der Telefonanrufe untersucht werden.

Die Länge der Telefonate wurde in vollen Minuten vermerkt (Tabelle 7).

Das kürzeste Gespräch dauerte 1 Minute, das längste 25 Minuten. Im Durchschnitt betrug die Länge eines Telefonates 2,9 Minuten. Bei Zusagen zu einer Hornhautentnahme mußte man durchschnittlich 4,2 Minuten mit den Hinterbliebenen sprechen. Bei einer Ablehnung waren es 3,8 Minuten.

Anzahl der Verstorbenen, bei denen Angehörige befragt wurden		Dauer der Gespräche gesamt		Anzahl der Ablehnungen		Anzahl der Zusagen	
Monat	Anzahl n	Anzahl n	Mittel min/Gespräch	Anzahl n	Mittel min/Ablehnung	Anzahl n	Mittel min/Zusage
März	63	95	2,5	34	3,2	29	4,5
April	52	74	3,1	21	3,6	31	5
Mai	54	75	2,9	27	3,6	27	4,4
Juni	51	68	3,0	27	4,3	24	3,6
Juli	60	77	2,8	35	3,7	25	3,5
Aug.	41	57	3,2	24	4,5	17	4,4
n_{gesamt}	321	446		168		153	
Ø			2,9		3,8		4,2

Tabelle 7: Durchschnittliche Dauer eines Telefongespräches mit den Angehörigen und die durchschnittliche Dauer, bis es zu einer Zusage/Ablehnung zu einer Hornhautentnahme kommt.

Die Anzahl (Tabelle 8) der vergeblichen Telephonate reichte von minimal 2 bis maximal 7 Anrufen, wobei im Mittel 2,8 Versuche getätigt wurden. Als vergebliche Anrufe wurden alle Telephonate zusammengefaßt, bei denen es zu keinerlei Kontakt kam.

Bei den sachbezogenen Telephonaten lag das Intervall zwischen 1 und 4 Anrufen, der Durchschnitt bei 1,4.

Insgesamt wurden von März bis August 1996 1108 Anrufe getätigt, wobei es in 662 Fällen zu keinem Kontakt kam. In 446 Fällen wurden sachbezogene Telephonate betreffend des Verstorbenen geführt.

Im März und April konnten 2 Angehörige persönlich im Institut für Rechtsmedizin befragt werden, als sie die Wertsachen der Verstorbenen abholten. Deshalb sind diese in der folgenden Tabellen nicht berücksichtigt.

Anzahl der Verstorbenen		Telephonate insgesamt		vergebliche Telephonate		sachbezogene Telephonate	
Monat	Anzahl n	Anzahl n	Mittel Anzahl der Teleph./An- rufer	Anzahl n	Mittel Anzahl der Teleph./An- rufer	Anzahl n	Mittel Anzahl der Teleph./An- rufer
März	85	253	3,0	158	3,2	95	1,5
April	83	216	2,6	142	3,3	74	2,0
Mai	63	143	2,3	68	2,4	75	1,4
Juni	69	168	2,4	100	2,7	68	1,3
Juli	81	177	2,2	100	2,3	77	1,3
Aug.	64	151	2,3	94	3,0	57	1,4
n_{gesamt}	445	1108		662		446	
Ø			2,5		2,8		1,4

Tabelle 8: Anzahl der Telephonanrufe bei den Angehörigen der Verstorbenen

4.2.8 SPENDEBEREITSCHAFT UND VERWANDTSCHAFTSVERHÄLTNIS

Gemäß Tabelle 9 wurden insgesamt 26 Verwandtschaftsverhältnisse unterschieden. Wenn die Adressen von verschiedenen Personen vorlagen, so wurde diejenige Person mit dem nächsten Verwandtschaftsgrad zum Verstorbenen befragt, zunächst in absteigender und sodann in aufsteigender Linie.

Zu den Angehörigen wurden alle Personen gezählt, die biologisch oder juristisch mit dem Verstorbenen verwandt waren. Ausnahmen wurden bei Verlobten und Lebensgefährten gemacht, sofern kein direkter Verwandter zu erreichen war oder Verwandte die Stellungnahme den Personen ohne direktes Verwandtschaftsverhältnis überließen.

126 Angehörige konnten telephonisch nicht erreicht werden. Von den restlichen 321 Hinterbliebenen gaben 153 ihre Zusage zu einer Hornhauttransplantation, 168 Personen lehnten eine Transplantation ab.

Die Verwandtschaftsverhältnisse wurden gemäß Tabelle 10 zusätzlich in Unterkategorien eingeteilt:

- Blutsverwandte 1. Grades, zu denen auch Ehepartner, Lebensgefährten und Stiefkinder gerechnet werden.
- Blutsverwandte 2. Grades, zu denen Enkel, Cousins und Neffen gerechnet werden.
- Personen ohne Blutsverwandtschaft.

Die Quoten von Zusagen und Ablehnungen bezüglich einer Hornhautspende hielt sich in etwa die Waage (Zustimmungsquote insgesamt 47,2%).

Über Blutsverwandte ersten Grades war eher eine Zustimmung zu erlangen als bei Verwandten zweiten Grades. Sonstige Berechtigte (nicht Blutsverwandte) Personen erteilten besonders häufig - in knapp zwei Drittel der Nachfragen - die Genehmigung zur Bulbientnahme. Zu bedenken ist die relativ geringe Zahl der befragten Blutsverwandten zweiten Grades sowie der nicht Blutsverwandten, die eine weitgehende Schlußfolgerung nicht zuläßt.

Angehörige	Anzahl	Zusagen		Ablehnungen	
		n	%	n	%
Eltern	1	0	0	1	100
Vater	4	0	0	4	100
Mutter	10	6	60	4	40
Ehemann	29	12	41,4	17	58,6
Ehefrau	96	51	53,1	45	46,9
Sohn	55	28	50,9	27	49,1
Tochter	52	16	30,8	36	69,2
Bruder	8	7	87,5	1	12,5
Schwester	17	8	47,1	9	52,9
Stiefsohn	1	0	0	1	100
Stieftochter	1	1	100	0	0
Enkel	3	1	33,3	2	66,7
Enkelin	1	0	0	1	100
Cousin	1	1	100	0	0
Cousine	3	2	66,7	1	33,3
Neffe	3	1	33,3	2	66,7
Nichte	10	3	30	7	70
Schwager	2	0	0	2	100
Schwägerin	1	1	100	0	0
Schwiegersohn	4	4	100	0	0
Schwiegertochter	3	2	66,7	1	33,3
Lebensgefährte	2	1	50	1	50
Lebensgefährtin	9	6	66,7	3	33,3
Erbin	3	2	66,7	1	33,3
Verlobte	1	0	0	1	100
Bekannter	1	0	0	1	100
n_{gesamt}	321	153	47,4	168	52,6

Tabelle 9: Stellungnahme der Angehörigen zur Frage der Hornhautspende

Verwandtschafts- verhältnis	Anzahl	Zusagen		Ablehnungen	
	n	n	%	n	%
Blutsverwandte 1. Grades	286	136	47,2	150	52,8
Blutsverwandte 2. Grades	16	8	38,1	13	61,9
Keine Blutsverwandten	14	9	64,3	5	35,7

Tabelle 10: Verteilung der Zusagen, bzw. Ablehnungen für eine Hornhautspende in Bezug zu dem Verwandtschaftsgrad

4.2.9 ORGANSPENDENBEREITSCHAFT IN RELATION ZUR TODES- URSACHE

Tabelle 11 soll Hinweise geben, ob verschiedene Todesursachen die Aussagen der Hinterbliebenen zu einer Hornhauttransplantation beeinflussen.

In 289 Fällen konnte mit Hinterbliebenen gesprochen werden, deren Verstorbene an einem plötzlichen Tod aus innerer Ursache verstarben. Hierunter versteht man den unerwarteten Tod aus ungeklärter innerer Ursache, z. B. infolge akuter Koronarinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen, Hirnblutungen, Lungenembolie usw.. Die restlichen 38 Fälle verteilen sich annähernd regelmäßig über die verschiedenen Todesursachen.

Wegen der geringen Anzahl der Todesfälle, die nicht als „Plötzlicher Tod“ eingestuft wurden, können hier nur Tendenzen herausgestellt werden. Um eine weitergehende Aussage zu erhalten, werden alle Suizide zusammengefaßt. Dies entspricht insgesamt 31 Todesfällen. Die restlichen 7 Todesfälle werden aufgrund der geringen Frequenz einzelner Todesursachen nicht berücksichtigt.

Die Daten aus der Tabelle 10 lassen erkennen, daß die Hinterbliebenen bei Suizidfällen im Vergleich zum „Plötzlichen Tod“ öfters eine Zusage zu einer Transplantation aussprachen. Der Unterschied lag bei über 12%.

Todesart	Zusage		Ablehnung	
	n	%	n	%
Plötzlicher Tod	133	45,9	157	54,1
Suizide, gesamt	14	60,9	9	39,1
Suizid, Sprung	1	50	1	50
Suizid, Erstechen	1	50	1	50
Suizid, Erhängen	9	64,3	5	35,7
Suizid, Tabletten	2	50	2	50
Suizid, Bahnüberf.	0	0	1	100
Suizid, Schuß	0	0	1	100
Suizid, Stromtot	1	100	0	0
Ertrinken	3	75	1	25
Arbeitsunfall	1	100	0	0
Verbrennungen	0	0	1	100
Sturz aus der Höhe	1	100	0	0
n_{gesamt}	153	---	168	---

Tabelle 11: Zustimmung, bzw. Ablehnung der Angehörigen bzgl. einer Hornhautspende in Relation zu den jeweiligen Todesursachen (bzw. zur Todesart „Suizid“).

4.2.10 WILLENSERKLÄRUNG DURCH ORGANSPENDERAUSWEISE

Aus den vorliegenden Untersuchungen sind auch einige Schlußfolgerungen über die Verteilung von Organspenderausweisen in der Bevölkerung zu ziehen. Allerdings können nur Tendenzen angedeutet werden, da die Gesamtzahl der erfaßten Ausweise gering war.

Die Zahl der Personen mit Organspenderausweis belief sich nach Tabelle 12 auf 4, wobei keiner der Verstorbenen diesen bei sich trug.

Bei 206 Verstorbenen konnten die Angehörigen die Frage nach einem Spenderausweis verneinen, in 95 Fällen nicht beantworten.

Bei 142 Verstorbenen konnten keine Informationen ermittelt werden.

Monat	Organspenderausweis			
	ja	nein	nicht bekannt	keine Informationen
März	0	45	12	29
April	1	25	24	33
Mai	0	38	14	11
Juni	1	30	19	19
Juli	2	38	12	30
August	0	30	14	20
n_{gesamt}	4	206	95	142

Tabelle 12: Vorliegen von Organspenderausweisen

Aus Abbildung 16 ist außerdem zu entnehmen, daß nur 1% der Verstorbenen ein Organspenderausweis hatten. Besonders auffällig ist die Tatsache, daß keiner der Toten diesen bei sich trug, sondern alle Informationen durch die Hinterbliebenen erfragt werden mußten.

Wenn man die Personen/Angehörigen, die keine Aussage über den Besitz des Verstorbenen über einen Organspenderausweis machen konnten und diejenigen, die nicht befragt, bzw. erreicht wurden, ausklammert, so besaßen 4 Personen einen Ausweis, 206 besaßen keinen. Hieraus ergibt sich, daß nur ca. 2% der Verstorbenen einen Organspenderausweis besaßen.

Diese Zahl kann jedoch nicht repräsentativ auf die deutsche Bevölkerung übertragen werden, da z. B. das durchschnittliche Alter der untersuchten Personen mit 68,6 Jahren deutlich über dem Durchschnittsalter der Gesamtbevölkerung lag.

Es wird aber eine Tendenz aufgezeigt, daß zumindest in höheren Altersgruppen nur sehr wenige Bürger in Deutschland einen Organspenderausweis besitzen.

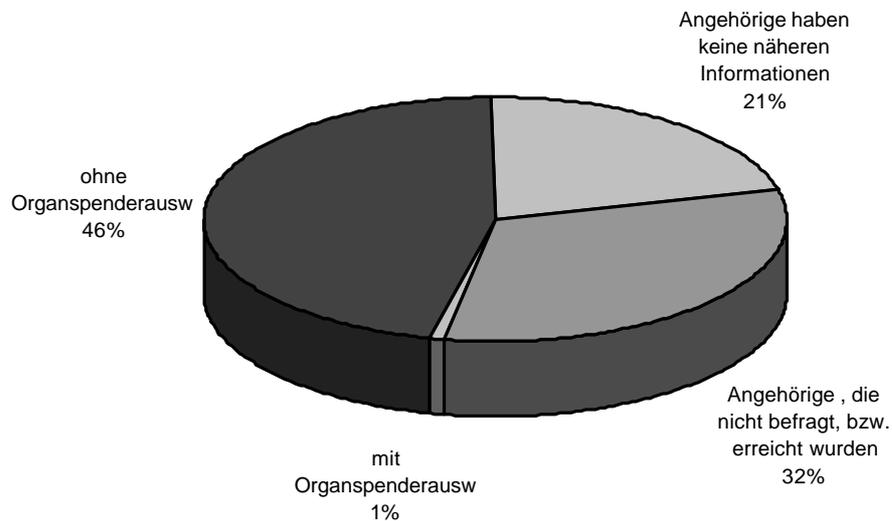


Abb. 16: Prozentuale Verteilung der Angaben der Hinterbliebenen über Organspenderausweise der Verstorbenen.

4.2.11 EINSTELLUNG DES VERSTORBENEN ZU TRANSPLANTATIONEN

Die Angehörigen wurden über die Einstellung des Verstorbenen zu einer Hornhauttransplantation befragt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 zusammengefaßt. In Tabelle 14 werden die Zusagen, bzw. Ablehnungen bei Hinterbliebenen aufgeführt, denen die Einstellung des Verstorbenen zu Transplantationen nicht bekannt war oder die Frage während des Telefonates nicht beantwortet haben.

In 6 Fällen konnten die Hinterbliebenen mit Sicherheit sagen, daß es der Wunsch des Toten war, den Körper für eine Organexplantation freizugeben. 31 Angehörige

verneinten es, hingegen hatten sich 269 zu Lebzeiten mit dem Verstorbenen über dieses Thema nicht unterhalten und konnten daher keine Auskunft dazu geben. Bei 141 Personen konnten keine Informationen zu diesem Thema ermittelt werden.

	Einstellung der Verstorbenen zur Transplantation			
Monat	dafür	dagegen	nicht bekannt	keine Informationen
März	0	7	50	29
April	0	3	48	34
Mai	1	6	45	9
Juni	1	3	47	18
Juli	4	9	43	26
August	0	3	36	25
n_{gesamt}	6	31	269	141

Tabelle 13: Einstellung der Verstorbenen zu Organtransplantationen

Von den 269 Hinterbliebenen, denen die Einstellung des Verstorbenen nicht bekannt war, wurden 143 Zusagen und 126 Ablehnungen zu einer Hornhauttransplantation ausgesprochen.

Bei den 141 Personen, bei denen keine Informationen zu dieser Frage zu ermitteln war, wurden 126 nicht telefonisch erreicht. Bei den verbliebenen 15 Personen gaben 2 Hinterbliebene eine Zusage und 13 sprachen eine Ablehnung aus.

Aussage der Angehörigen	Transplantationseinstellung	
	nicht bekannt	keine Information
Ablehnung	126	13
Zusage	143	2
n_{gesamt}	269	15

Tabelle 14: Ablehnung, bzw. Zusage bei Angehörigen, denen die Transplantationseinstellung des Verstorbenen nicht bekannt war oder die diese Frage während des Telefonates nicht beantwortet haben.

4.2.12 MITGETEILTE ARGUMENTE FÜR BZW. GEGEN EINE TRANSPLANTATION

In 65 Fällen konnte eine Begründung der Angehörigen für, bzw. gegen eine Transplantation erhalten werden. Die Ergebnisse dieser Befragung sind in Tabelle 15 aufgelistet.

Argumente für/gegen Transplantationen	Zusagen	Absagen
anderen Menschen helfen	42	---
eigene Augenerkrankung	2	---
testamentarische Ablehnung	---	5
religiöse Ablehnung	---	3
zu Lebzeiten eine Ablehnung ausgesprochen	---	3
Angehörige wollen Verstorbenen, so wie er starb im Gedächtnis behalten	---	3
Unterschiedliche Meinungen in der Familie	---	2
Unversehrtheit des Leichnams	---	4
Freigabe nur bei finanzieller Entschädigung	---	1

Tabelle 15: Argumente für/gegen Transplantationen

Die meisten Hinterbliebenen, die einer Hornhautentnahme zustimmten, taten dies, um anderen Menschen zu helfen (42 Personen). Es gab aber auch 2 Einwilligungen, bei denen die Angehörigen Verständnis zeigten, da sie selbst an einer Augenerkrankung litten.

Die Ablehnung einer Bulbientnahme wurde 5 mal testamentarisch und 3 mal aus religiösen Gründen ausgesprochen. 3 Verstorbene verweigerten schon zu Lebzeiten die Entnahme jeglicher Organe. 3 Angehörige wollten den Verstorbenen so, wie er

starb, im Gedächtnis behalten und 2 Personen konnten keine Zusage geben, weil ein anderer Angehöriger dagegen bzw. nicht zu erreichen war.

Die Unversehrtheit des Leichnams forderten 4 Hinterbliebene.

In einem Fall wollte der Angehörige den Verstorbenen nur zu einer Transplantation freigeben, wenn er hierfür finanziell entschädigt würde. Dies wurde natürlich aus ethischen und rechtlichen Gründen abgelehnt.

4.2.13 SPENDERHORNHAUTAUFKOMMEN 1981-1996

Von den 1996 enukleierten und präparierten Spenderbulbi stammen 73 aus dem Institut für Pathologie der Universität Hamburg oder von Multiorganspendern. Die restlichen 611 Bulbi wurden im Institut für Rechtsmedizin der Universität Hamburg entnommen.

Aus der Abbildung 17 ist zu entnehmen, daß im Jahr 1996 eine durchschnittliche Steigerung der Bulbientnahmen um ca. 45% gegenüber den letzten Jahren zu verzeichnen ist.

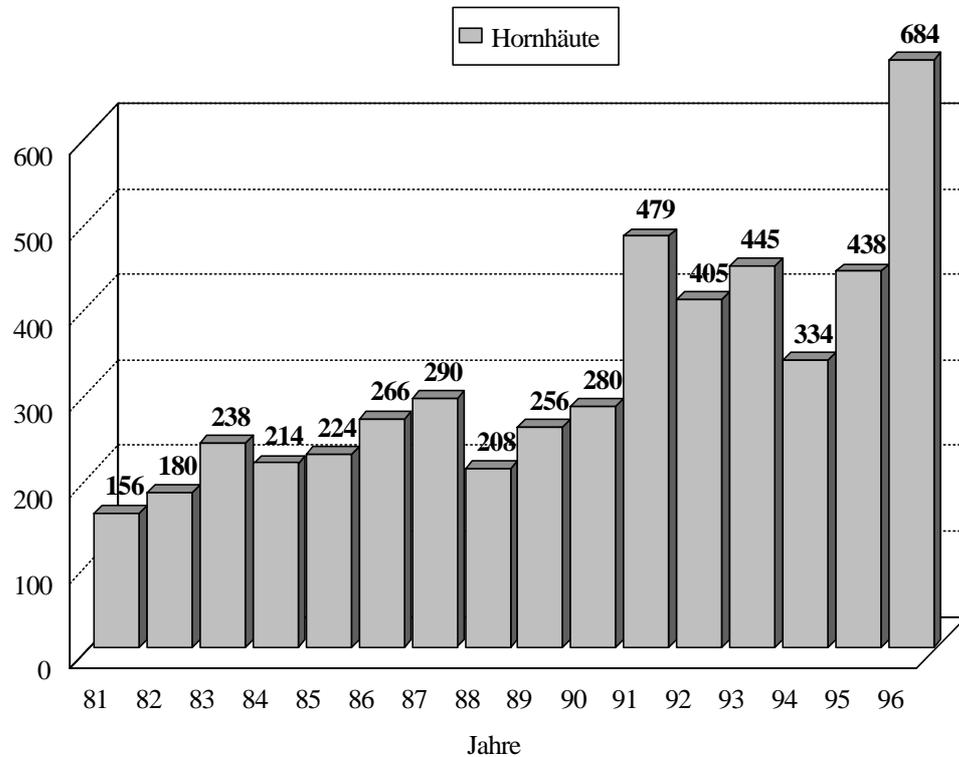


Abb. 17: Spenderhornhautaufkommen 1981-1996

Diese positive Entwicklung dürfte hauptsächlich darin begründet sein, daß jeweils für ein halbes Jahr nur eine Person ausschließlich für die Organisation und Koordinierung von Anfragen bei Angehörigen und Bulbientnahmen zuständig war. Dieser Mitarbeiter des Institutes für Rechtsmedizin arbeitete, im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren, nicht noch hauptberuflich in der Augenklinik, sondern konnte die volle Aufmerksamkeit und Arbeitskraft der Bulbientnahme widmen. Durch einen gleichbleibenden Ansprechpartner konnte zugleich die Kooperation mit den anderen beteiligten Institutionen (z. B. Polizei, Staatsanwaltschaft) vertieft und ein verbesserter Ablauf erreicht werden. Die Dauer der Bulbientnahmen am Leichnam konnten durch die tägliche Routine verkürzt werden, so daß die Hornhäute noch am gleichen Tag von den Ärztinnen und Ärzten der Hornhautbank geprüft und von den MTA`s präpariert und konserviert werden konnten.

4.2.14 REGIONALVERTEILUNG DER ZUSTIMMUNG ZUR HORNHAUTSPENDE IN HAMBURG

Es wurde versucht, die Organspendenbereitschaft der Hamburger Bevölkerung bezogen auf Stadtteile bzw. Bezirke zu analysieren.

Aus den statistischen Erhebungen der Volkszählung von 1987, z. B. über den Schulabschluß oder den Berufszweig, können gewisse Zusammenhänge zu den verschiedenen sozialen Schichten und deren Spendenbereitschaft hergestellt werden.

Anhand der Anfangszahlen der Telephonnummer von Hinterbliebenen kann der Stadtteil und damit auch der Postzustellbereich nach dem neuen Postleitzahlen - System herausgefunden werden. Hieraus läßt sich auf einen der unten aufgeführten sieben Stadtbezirke schließen.

Aus den 447 Telephonnummern konnten 345 im Stadtgebiet Hamburgs ermittelt werden. 43 davon wurden dem Hamburger Umland zugerechnet (Vorwahl von Hamburg, aber nicht im Stadtkerngebiet) und 58 Telephonnummern verteilen sich über die ganze Bundesrepublik Deutschland. Eine Telephonnummer wurde im Ausland angerufen.

Aus diesen Telephondaten konnte eine Aufteilung der Spender (genau gesagt, der jeweiligen befragten Angehörigen) auf die folgenden Stadtbezirke von Hamburg vorgenommen werden:

Stadtbezirk:	Zahl der Spender:
• Bezirk Wandsbek	17
• Bezirk Hamburg- Nord	19
• Bezirk Eimsbüttel	12
• Bezirk Altona	9
• Bezirk Hamburg-Mitte	36
• Bezirk Harburg	15
• Bezirk Bergedorf	9

Hamburg wurde in oben genannte Bezirke eingeteilt. Eine Übersicht kann aus Abbildung 18 entnommen werden:



Abb. 18: Lageskizze der Stadtbezirke in Hamburg

Bei der nachfolgenden Auswertung wird nun davon ausgegangen, daß die Daten der Volkszählung von 1987 [Statistisches Bundesamt (1987)] zu den hier erarbeiteten

Daten des Institutes für Rechtsmedizin in Beziehung gesetzt werden können. Dies geschieht aus dem einfachen Grund, da derzeit keine andere Möglichkeit besteht, genauere Informationen über Daten, wie Schulabschluß oder Berufsbildung, zu erhalten. Diese Aspekte waren im Angehörigengespräch bewußt nicht nachgefragt worden, um die Organspendebereitschaft nicht durch evtl. unangemessene Fragen zu Persönlichkeitsaspekten des Verstorbenen zu belasten.

Allerdings können die somit herausgearbeiteten Beziehungen und evtl. Schlußfolgerungen nur Tendenzen aufzeigen, da die Menge der Daten zu gering und für den Einzelfall recht unsicher sind; zu bedenken ist insbesondere auch die stadtteilbezogen u. U. sehr heterogene Zusammensetzung der Bevölkerung.

In Tabelle 16 werden alle anlässlich der Volkszählung von 1987 erfaßten, in Hamburg lebenden und arbeitenden Personen entsprechend ihrer Tätigkeit in fünf Gruppen unterteilt. Diese sind die Gruppen der Selbständigen, Beamten (einschließlich Richter, Soldaten und Zivildienstleistende), Angestellten (ohne Auszubildende), Facharbeiter und Auszubildenden; deren absolute und prozentuale Verteilungen über die sieben Hamburger Stadtbezirke dargestellt ist.

In Tabelle 17 wird die Hamburger Bevölkerung zwischen 15 und 65 Jahren nach ihrem höchsten allgemeinen bzw. berufsbildenden Schulabschluß in fünf Gruppen unterteilt. Diese sind:

- Volks- / Hauptschulabschluß,
- Realschulabschluß
- Hochschul- / Fachhochschulreife,
- Berufsfach- / Fachschulabschluß und
- Hochschul- / Fachhochschulabschluß.

Analog zu Tabelle 16 wird in Tabelle 17 die absolute und prozentuale Anzahl an Personen mit den jeweiligen Schul- bzw. Hochschulabschluß für die sieben Stadtbezirke dargestellt.

Schließlich gibt die Tabelle 18 die absoluten und prozentualen Mengenverhältnisse von Hornhautspenden für die sieben Stadtbezirke an. Es werden unterschieden: „Zusage“, „Ablehnung“ und „Angehörige nicht erreicht“.

Besonders hohe Zustimmungsraten zeigen sich in den Bezirken HH-Mitte und Harburg. Dabei handelt es sich um Regionen mit vergleichsweise niedrigem

Bildungsstand (vermehrt Hauptschulabschüsse, wenig Hochschulabsolventen) sowie ungünstige Sozialstatus (überwiegend Arbeiter, wenige Selbständige, wenige Beamte).

Wenn diese Aussagen auch mit aller Vorsicht zu bewerten sind, so entsprechen sie doch durchaus auch persönlichen (nicht statistisch gewichteten) Eindrücken aus den Angehörigengesprächen.

Stadtbezirk	Hamburg-Mitte		Altona		Eimsbüttel		Hamburg-Nord		Wandsbek		Bergedorf		Harburg	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Selbstständige	6044	6,5	11214	11,4	12353	11,3	12766	10,2	17181	10,2	4532	10,5	4888	6,5
Beamte	7341	7,9	9179	9,4	9760	8,9	10481	8,4	15816	9,4	4002	9,2	6517	8,6
Angestellte	37797	40,7	45070	46,0	56659	51,7	66109	52,9	86958	51,7	19295	44,6	29904	39,5
Facharbeiter	36300	39,1	27224	27,8	25230	23,0	29065	23,3	38545	22,9	12473	28,8	29154	38,6
Auszubildend.	5295	5,7	5369	5,5	5585	5,1	6481	5,2	9548	5,7	2993	6,9	5149	6,8
gesamt	92777		98056		109587		124902		168048		43295		75612	

Tabelle 16: Verteilung der arbeitenden Personen (eingeteilt in fünf Gruppen) über die Stadtteile Hamburgs

Stadtbezirk	Hamburg-Mitte		Altona		Eimsbüttel		Hamburg-Nord		Wandsbek		Bergedorf		Harburg	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Volks- Hauptschul- abschluß	96137	55	73943	39,3	74084	37,2	85171	37,1	126004	40,2	37541	48,6	78726	55,8
Realschul- abschluß	30520	17,5	37038	19,7	41767	20,9	49021	21,3	72399	23,1	16577	21,5	27309	19,4
Hochschul- Fachhoch- schulreife	23442	13,4	38652	20,6	42032	21,1	48748	21,2	52881	16,9	10250	13,3	15178	10,8
Berufsfach- Fachschul- abschluß	14488	8,3	16272	8,7	18277	9,2	21614	9,4	30985	9,9	7240	9,4	11665	8,3
Hochschul- Fachhoch- schulabschluß	10240	5,9	22074	11,7	23238	11,7	25231	11	30873	9,9	5602	7,3	8178	5,8
gesamt	174827		187979		199398		229785		313142		77210		141056	

Tabelle 17: Schulabschluß der Hamburger Bevölkerung zw. 15 und 65 Jahren in den einzelnen Stadtteilen Hamburgs

Stadtbezirke	Hamburg-Mitte		Altona		Eimsbüttel		Hamburg-Nord		Wandsbek		Bergedorf		Harburg	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Zusagen	36	47,4	9	23,7	12	21,8	19	29,7	17	30,4	9	40,9	15	44,1
Ablehnungen	25	32,9	16	42,1	23	41,8	28	43,8	24	42,9	7	31,8	10	29,4
Angehörige nicht erreichbar	15	19,7	13	34,2	20	36,4	17	26,6	15	26,8	6	27,3	9	26,5
gesamt	76		38		55		64		56		22		34	

Tabelle 18: Zusagen und Ablehnungen der Bevölkerung zu einer Hornhautexplantation in den einzelnen Stadtteilen Hamburgs

5. DISKUSSION

Nachfolgend wird versucht, aus dieser Studie Aspekte herauszufiltern, die zukünftig zur Qualitätssteigerung und Akzeptanz der Hornhauttransplantation beitragen können.

Zugleich wird eine kritische Bewertung und Deutung der eigenen Untersuchungsergebnisse vorgenommen.

5.1 ABHÄNGIGKEIT DER ENDOTHELZELLDICHTE VOM STERBEALTER

Im Institut für Rechtsmedizin lag das Alter aller hier eingelieferten Verstorbenen im Untersuchungszeitraum im Durchschnitt bei 61,9 Jahren. Das mittlere Sterbealter der Toten, an denen eine Bulbientnahme durchgeführt wurde, betrug 67,9 Jahre. Das Alter der Hornhautspender kann angesichts dieser Diskrepanz von 6 Jahren nicht als relevanter (zu verbessernder!) Faktor für die Hornhautqualität angesehen werden. Dies geht eindeutig aus den festgestellten Endothelzellichten hervor, die als entscheidendes Kriterium für eine Transplantation zu werten sind. Die Endothelzellichte lagen in den Altersgruppen zwischen 41 bis 80 Jahren so nah beieinander - zwischen 2418 und 2579 Zellen/mm² vor der Konservierung bzw. 1378 und 1379 Zellen/mm² nach der Konservierung -, daß hieraus keine Verschlechterung der Endothelzellichten abzuleiten ist. Eine Abnahme der Zellichte konnte erst ab dem 9. Lebensjahrzehnt ermittelt werden. Hier sanken die Zellzahlen auf durchschnittlich 2289 Zellen/mm² vor der Konservierung ab.

Ein Aspekt, der besonders im höheren Lebensalter auffällt, ist der Verlust an Endothelzellen nach einer Konservierung. Es konnten bei den 80-90 jährigen Spendern nur noch durchschnittlich 1047 Zellen/mm ausgezählt werden. Offenbar überstehen Hornhäute älterer Spender eine Konservierung schlechter als die der jüngeren – bei vergleichbaren Postmortemzeiten. Dies liegt in erster Linie an der altersphysiologischen Abnahme der Endothelzellen und an ihrer Unfähigkeit zur Regeneration [Leydhecker (1995)], aber auch in der Insuffizienz der interzellulären Bestandteile [Kanski und Spitznas (1987)].

Nach den Kriterien der Transplantierbarkeit (siehe **Abschnitt 3.2**), sollte nach der Konservierung der Zellverlust weniger als 20 % der Ausgangszellzahl betragen. Hieraus kann geschlossen werden, daß das maximale Spenderalter von 90 Jahren als obere Grenze nicht überschritten und nur in Ausnahmefällen ein höheres Alter als 80 Jahren akzeptiert werden sollte.

5.2 ABHÄNGIGKEIT ZWISCHEN TODESURSACHE UND ENDOTHEL-ZELLDICHTE

Anhand der Todesursache und einer äußeren Leichenschau kann bereits eine erste Entscheidung getroffen werden, ob ein Spender gemäß den Kriterien in Abschnitt **4.2.2** für eine Hornhauttransplantation geeignet ist.

Eine wichtige Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt ist: Wirken sich bestimmte Todesursachen auf die Endothelzelldichte der Bulbi aus?

Hierzu ist festzustellen, daß nur ca. 14% der entnommenen Spenderhornhäute von Personen stammt, die nicht an einem Plötzlichen Tod (PT) verstarben. Insgesamt beläuft sich diese Zahl auf 32 Hornhäute.

Die meisten (n=16) davon wurden von Verstorbenen entnommen, die durch Erhängen den Tod fanden. Die restlichen Hornhäute sind den folgenden Todesarten zuzuordnen: Medikamentenintoxikation, Sprung aus der Höhe, Bahnüberfahung, Ertrinken und Erstechen (siehe hierzu auch **Abschnitt 4.2.5, Tabelle 5**). Für diese Fälle liegt die Zahl der Bulbi pro Todesursache zwischen 2 und max. 6. Aufgrund dieser geringen Zahl können keine Rückschlüsse auf evtl. Einflüsse der Todesursache auf die Zelldichte des Endothels gezogen werden.

Anders zu bewerten, ist die Todesart „Erhängen“. In diesem Fall können die 16 entnommenen Bulbi zumindest eine Tendenz aufzeigen. Die durchschnittlichen Epithelzelldichten zwischen den Todesarten „Plötzlicher Tod“ und „Erhängen“ liegen vor der Konservierung nur ca. 100 Zellen auseinander bei einem mittleren Wert von ungefähr 2400-2500 Zellen/mm². Die Standardabweichungen sind bei beiden Todesarten nahezu gleich, d. h. die Standardabweichung bei PT ist s=375 und bei Erhängen s=383. Ein ähnliches Verhalten lassen die Ergebnisse nach der

Konservierung erkennen: Die durchschnittlichen Endothelzelldichten liegen zwischen 1350-1380 Zellen/mm², die Standardabweichung bei PT ist $s=862$ und bei Erhängen $s=758$.

Daraus ist zu resümieren, daß auch die Todesursache „Erhängen“ offenbar keinen Einfluß auf die Endothelzellzahldichte hat.

5.3 POSTMORTEMZEIT UND ENDOTHELZELLDICHTE

Wie in Abschnitt 5.1 aufgezeigt, spielt das Alter des Spenders bei den Endothelzelldichte eine nicht unerhebliche Rolle, nicht nur vor einer Konservierung, sondern verstärkt danach. In diesem Zusammenhang ist aber auch eine andere Variable zu beachten, die einen Einfluß auf die Qualität des Explantates hat, nämlich der Postmortemzeitpunkt oder die daraus zu berechnende Postmortemdauer.

Bei den Postmortemzeiten traten ebenso wie bei der Altersverteilung der Spender gravierende Unterschiede zwischen den Endothelzellzahlen vor und nach der Konservierung auf. Vor der Konservierung lagen die Zellzahlen bei allen Postmortemzeit-Gruppen zwischen 2400-2500 Zellen/mm². Nach der Konservierung konnte eine leichte Abnahme der Zellzahlen zwischen der Gruppe der bis 24 Stunden postmortem entnommenen Bulbi und den Gruppen der bis 25-48, bzw. 49-72 Stunden postmortem entnommenen Bulbi festgestellt werden. Die Differenz lag hierbei bei ca. 100 Zellen/mm². Die Zellzahlen der letzten Gruppe (72-112 Stunden post mortem) fielen um nochmals 100 Zellen/mm² im Vergleich zur Vorgruppe ab.

Es wird deutlich, daß die Endothelzellzahlen um so höher ausfallen, je kürzer die Postmortemzeiten sind. In den ersten 24 Stunden nach Todeseintritt kann die höchste Anzahl registriert werden. Die folgenden 25-72 Stunden sind noch tolerabel. Danach kommt es allerdings zu einem sehr starken Rückgang der Zelldichte, der insbesondere nach der Konservierung erheblich ist.

Als Konsequenz ergibt sich hieraus, daß möglichst kurze Postmortemzeiten anzustreben sind (möglichst unter 24 Stunden), was allerdings erhebliche

organisatorische Schwierigkeiten im Ablauf mit der Polizei und Staatsanwaltschaft mit sich bringt. Postmortemzeiten über 72 Stunden sind nicht tolerabel.

5.4 VERWANDTSCHAFTSVERHÄLTNIS ZUM TOTEN UND BEREIT-SCHAFT ZUR HORNHAUTSPENDE

Die Zusage bzw. Ablehnung zu einer Hornhauttransplantation hängt nachhaltig von dem Verwandtschaftsverhältnis der Hinterbliebenen zu dem Verstorbenen ab. Blutsverwandte lehnten häufiger eine Bulbientnahme ab als Personen, die mit dem Toten nicht direkt verwandt waren. Wie aus Abbildung 19 hervorgeht, betrug die Zustimmung bei Verwandten ohne Blutsverwandtschaft 64,3%, die der Blutsverwandten 1. Grades 47,2 und die 2. Grades 38,1%. Den nächsten Verwandten fällt eine Zustimmung offenbar etwas leichter als Verwandten zweiten Grades.

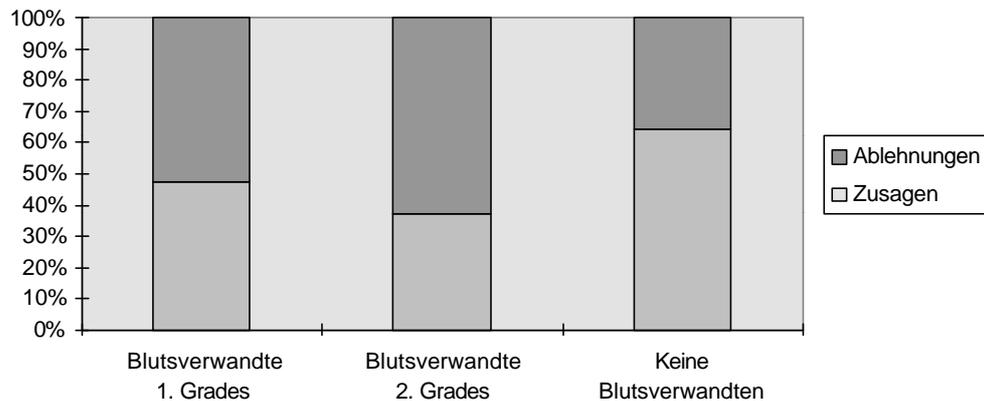


Abb.19: Zustimmungen bzw. Ablehnungen zu einer Hornhautspende bezogen auf das Verwandtschaftsverhältnis zum Verstorbenen.

Es zeigt sich also, daß die Bereitschaft für eine Zusage zu einer Bulbiexplantation bei Nichtverwandten höher eingeschätzt werden kann. Trotzdem muß die rechtliche und biologische Reihenfolge der Verwandtschaftsverhältnisse eingehalten werden.

Werden von der Polizei mehrere Adressen angegeben, so müssen die Hinterbliebenen entsprechend ihrem Verwandtschaftsgrad (entsprechend dem Transplantationsgesetz §4) befragt werden. Erst wenn der nächste Verwandte telefonisch nicht erreicht werden kann, kann ein anderer, entfernterer Verwandter hinsichtlich einer Organexplantation befragt werden.

Diese Reihenfolge wurde im Transplantationsgesetz von 1997 ausdrücklich festgelegt. Ausschließlich direkte Verwandte, d. h. Ehegatten, volljährige Kinder, Eltern, volljährige Geschwister, Großeltern oder Personen, denen der Organspender die Entscheidung über eine Organentnahme übertragen hat, dürfen zunächst befragt werden. Da diese Gesetzesregelung bei der Durchführung der vorliegenden Untersuchungen noch nicht rechtskräftig war, wurden auch Personen als Angehörige angesehen, die nach dem Gesetz nicht als direkte Verwandte 1. Grades gelten, wie z. B. Neffen, Nichten, aber auch Verlobte.

Die nächsten Angehörigen im Sinne des Gesetzes sind in ihrer Rangfolge im neuen Transplantationsgesetz vom 5. November 1997 festgelegt [Transplantationsgesetz (1997)].

Aus dem Gesetz können nur ungenaue Informationen darüber gewonnen werden, in welchem Zeitraum, bei Unerreichbarkeit der Angehörigen, die Nachrangigen befragt werden dürfen. Hierzu wird im zweiten Abschnitt des Transplantationsgesetz §4 Absatz 2 angeführt: „...Ist ein vorrangiger Angehöriger innerhalb angemessener Zeit nicht erreichbar, genügt die Beteiligung und Entscheidung des nächsterreichbaren, nachrangigen Angehörigen...“ [Transplantationsgesetz (1997)]. Hierbei kann die durchschnittliche Anzahl an Telephonaten einen Anhalt geben, ab wann der nächst entferntere Verwandte benachrichtigt werden sollte. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden insgesamt 1108 Anrufe getätigt. In 446 Fällen davon wurden sachbezogene Gespräche geführt (siehe **Abschnitt 4.2.7**). Man kann hieraus abschätzen, daß bei den 445 Verstorbenen - theoretisch 447, aber mit 2 Angehörigen konnte persönlich im Institut gesprochen werden - , zu denen eine Telefonnummer der Hinterbliebenen angegeben wurde, nur in jedem 3. Fall ein direkter Kontakt zustande kam. Um keine weiteren Zeitverzögerungen zu riskieren und einen dadurch resultierenden Verlust von Endothelzellen bei der Bulbientnahme zu vermeiden, sollte man nach 3-4 erfolglosen Anrufen den nächst entfernteren Verwandten anrufen. Hat man nur eine Telefonnummer zur Auswahl, steht es außer Frage,

unter dieser Nummer so lange einen Anruf zu versuchen, bis ein Kontakt zustande kommt oder die Postmortemzeit von max. 72 Stunden überschritten wird.

5.5 AUSSAGEN DER ANGEHÖRIGEN IN ABHÄNGIGKEIT ZUR TODESART

Die Bereitschaft zu einer Organtransplantation wurde von den Angehörigen stark von den Umständen des Todes, d. h. der Todesursache beeinflusst. Jedoch spielen hier auch andere Faktoren eine wichtige Rolle, z. B. wer den Verstorbenen auffand oder ob der Tod unerwartet eintrat. Zu diesen Umständen lagen jedoch aufgrund unseres Nachfrageregimes kaum vor. Diese fehlenden Informationen sollten bei den nachfolgenden Untersuchungen weiter berücksichtigt werden.

Im Vergleich zu Organspendern, bei denen im Krankenhaus als Todesdiagnose der Funktionsausfall des Gehirns diagnostiziert wurde, lag bei den in der Rechtsmedizin eingelieferten Leichnamen stets der sichere Tod vor; sichere Todeszeichen, z. B. Leichenflecken, Leichenstarre waren nachweisbar. Die für Laien scheinbaren „Vitalitätszeichen“ bei hirntoten Patienten, wie z. B. Reflexe, werfen im Vergleich zu Verstorbenen, deren klinischer Tod definitiv eingetreten ist, viel größere psychische Probleme auf. Hierbei ist auf das Buch von Martina Spirgatis [Spirgatis (1997)] hinzuweisen, die die umfangreicheren Probleme bei hirntoten Organspendern umschreibt.

Die vorliegenden Untersuchungen deuten darauf hin, daß bei Suizidfällen eher ein Einverständnis zu einer Hornhautentnahme gegeben wurde, als bei der Todesursache „Plötzlicher Tod“. Bei einer „Selbsttötung“ wurde in 60,9%, bei „Plötzlichem Tod“ nur in 45,9% der Fälle eine Zusage erteilt.

Als ein Grund für die häufigere Zustimmung zur Organexplantation kann bei Suiziden die Hoffnung der Hinterbliebenen angesehen werden, über den Tod des Verstorbenen hinaus eine letzte Sinngebung zu ermöglichen. Insbesondere nach einer Selbsttötung kann die Hilfe für das Augenlicht eines Kranken von Angehörigen als Trost für den meist plötzlichen und unerwarteten Tod des Verstorbenen empfunden werden. Während einer Reihe diesbezüglicher Telefonate wurde die Spendenbereitschaft damit begründet, daß hierdurch anderen Menschen geholfen werden könne.

Insgesamt begründeten nur 65 Personen ihre Entscheidung für bzw. gegen eine Hornhauttransplantation näher. Als häufigstes Argument für eine Bulbientnahme wurde angeführt, anderen Menschen hierdurch zu helfen. Zwei Angehörige kannten die Problematik und das Leiden an einer Augenerkrankung aus eigener Erfahrung und stimmten daher einer Explantation zu.

Bei den Argumenten gegen eine Transplantation wurden in erster Linie die testamentarische Ablehnung und die Unversehrtheit des Leichnams angeführt. Aber auch zu Lebzeiten gemachte Aussagen des Verstorbenen gegen eine Transplantation, religiöse Gründe oder unterschiedliche Meinungen in den Familien spielten eine Rolle. In einem Fall sollte eine Zustimmung nur dann ausgesprochen werden, wenn eine finanzielle Entschädigung ausgezahlt würde.

Bei der direkten Befragung der Hinterbliebenen, welche Einstellung der Tote zu Lebzeiten zu Transplantationen hatte, wurden von 6 Personen eine positive und von 31 Personen eine negative Einstellung berichtet. In 269 Fällen konnte zu dieser Frage keine Auskunft gegeben werden, und bei 141 Anrufen kam es zu keinem telephonischen Kontakt, bzw. die Befragung konnte nicht durchgeführt werden.

Es fällt auf, daß zu Lebzeiten eine negative Einstellung zu Transplantationen öfters geäußert wurde als eine positive. Dies spiegelt sich auch in der geringen Menge der gefundenen Organspenderausweise wieder. Insgesamt besaßen nur 4 Verstorbene einen Spenderausweis. In 206 Fällen waren sich die Hinterbliebenen sicher, daß der Tote keinen besaß, 95 mal konnten keine Angaben hierüber gemacht werden.

Anhand der Spendebereitschaft von 152 und einer Ablehnung von 169 Personen stellt sich die Frage, warum so wenige Organspenderausweise gefunden wurden und sich nur ein geringer Teil der Verstorbenen zu Lebzeiten Gedanken über dieses Thema gemacht hat. Man kann aus Andeutungen von Angehörigen vermuten, daß eine ablehnende Haltung gegenüber Transplantationen mit Angst korreliert ist. Die größte Angst dürfte aus Unsicherheiten im Tabubereich des Todes begründet sein, sowie aus einem unbestimmten Mißtrauen gegenüber der Transplantation. Insgesamt spielt sicherlich ein Verdrängungseffekt eine erhebliche Rolle.

Andererseits kann auch eine Verdrängungseffekt der Grund hierfür sein. Sich zu Lebzeiten Gedanken über seinen eigenen Tod zu machen, erfordert nicht nur persönliche Stärke, sondern auch eine feste Glaubenseinstellung. Ebenso wird häufig die Überlegung verdrängt, was mit dem Körper und insbesondere mit dem eigenen Bewußtsein bzw. der Seele nach dem Tod geschieht. Es ist während der

Telephonate aufgefallen, daß Hinterbliebene, die einer Religionsgemeinschaft angehören, leichter über den Verlust sprechen konnten und eher eine positive Einstellung zur Organspende hatten.

Es muß auch erwähnt werden, daß das Wissen über Transplantationen allgemein sehr gering ist. Dies kann aus den oft geäußerten Fragen geschlossen werden, die die Angehörigen stellten: Sie waren meist sehr verwundert, daß selbst nach dem sicheren klinischen Tod Gewebe für Transplantationszwecke entnommen werden können.

Ein anderer Grund für die geringe Anzahl an Organspenderausweisen bzw. für die geringe Kenntnis der Hinterbliebenen über die Transplantationseinstellung des Toten kann in der gesellschaftlichen Verdrängung liegen, über den Tod zu sprechen. Es ist verpönt, über die Angst vor dem Unausweichlichen und das Unwissen, was nach dem Tod geschieht, in unserer Gesellschaft nachzudenken und zu diskutieren. Über diese Tabus muß viel verstärkter Aufklärung in der Bevölkerung betrieben werden. Dies gilt insbesondere bei den Jugendlichen, da diese Generation mit dem Wissen der Transplantationsmedizin aufwächst. Bereits in der Schule sollte Grundwissen der Transplantationsmedizin gefördert werden. Andererseits müssen auch Angehörige der älteren Generation - gerade im Hinblick auf eine Hornhautspende, die ja auch noch im 9. Lebensjahr möglich ist - über die Bedeutung einer Keratoplastik für die Lebensqualität von Patienten mit Hornhauterkrankungen informiert werden.

5.6 ZEITLICHER AUFWAND BEI DER HORNHAUTEXPLANTATION

Die Zeit ist der wichtigste Faktor bei der Entnahme der Bulbi. Die Zeitspanne von maximal 72 Stunden zwischen Tod und Entnahme sollte bei einer Explantation nicht überschritten werden. Daher muß die Entnahme gut organisiert sein. Das größte Problem im Hinblick auf eine zu geringe Anzahl bereitstehender Transplantate ist die unzureichende Organisation im Gesamtablauf der Explantationsaktivitäten [Siuda (1982)].

Es ist von elementarer Bedeutung, mit den verschiedenen Instanzen eng zusammenzuarbeiten. Dies ist am besten möglich, wenn die unterschiedlichen

Teilschritte in der Verantwortung einer Person liegen, die sich ausschließlich um die Betreuung der Hinterbliebenen und die Entnahme der Bulbi kümmert. Die Entnahmefrequenz und die Anzahl an Transplantationen stieg während dieser Arbeit um knapp 45% im Vergleich zu den letzten Jahren an. Diese Steigerung der Zahl explantierter Hornhäute liegt darin begründet, daß der Autor sich ausschließlich auf diese Arbeit konzentrieren konnte. Im Vergleich da kümmerte sich in den vorangegangenen Jahren in einem wöchentlich wechselnden Rhythmus bisher unterschiedliche Augenärzte um die Bereitstellung der Hornhäute. Da sich die Ärzte während ihrer Dienstzeit neben ihrer regulären augenärztlichen Tätigkeit sowohl um die oft sehr zeitaufwendigen Angehörigentelephonate und die Behördenfreigaben kümmern mußten sowie auch die Entnahme der Bulbi vornehmen mußten, ist es verständlich, daß im allgemeinen nur eine geringere Zahl an Hornhäuten im Institut für Rechtsmedizin bereitgestellt werden konnte.

Die Telephonate mit den Angehörigen dauerten in der Regel nur wenige Minuten. Es kam aber auch vor, daß man sehr intensive Gespräche führen mußte, um zu versuchen, den Hinterbliebenen in ihrer Trauer Beistand zu leisten und über Ängste, die sich nicht nur auf die Transplantation bezogen, zu sprechen.

Diese Gespräche setzen in erster Linie Erfahrung, aber auch ein gutes Einfühlungsvermögen und natürlich auch Zeit voraus. Viele Personen sahen den Autor als einen Anlaufpunkt für ihre Trauer an, und durch ungeteilte Aufmerksamkeit konnte ihnen häufig die Problematik einer Hornhauttransplantation besser verdeutlicht werden.

Bei einem wöchentlichen Wechsel ist es den eingeteilten Ärzten nicht immer möglich, Erfahrungen dieser Art zu sammeln, bzw. sich Zeit für längere Gespräche zu nehmen.

5.7 REGIONALE VERTEILUNG DER HORNHAUTSPENDEN IN HAMBURG

Es fällt auf, daß es in Regionen mit vergleichsweise niedrigem Bildungsstand sowie ungünstigem Sozialstatus zu einer höheren Zustimmungsrates kam, als in anderen Stadtteilen. Worauf dies zurückzuführen ist, läßt sich nur schwer hinterfragen. Durch die persönlichen Eindrücke, die man aus den Telephonaten

gewinnt, meint man oft einen stärkeren religiösen Glauben bei Personen mit einem niedrigeren Bildungsstand zu erkennen. Hierdurch fällt es eventuell leichter, Entscheidungen wie z. B. die Freigabe zu einer Hornhautexplantation zu fällen.

Da der Großteil der deutschen Bevölkerung dem christlichen Glauben angehört, lassen sich folgende Vermutungen anstellen:

Im christlichen Glauben setzt sich der Mensch aus zwei Teilen zusammen; einerseits der Körper, andererseits die Seele. Wenn jemand verstirbt, so lebt sein Geist / seine Seele weiter, bzw. ist unsterblich. Wohingegen der Körper vergänglich ist. Hieraus ergibt sich vielleicht eher eine Zusage zu einer Hornhautexplantation, da der Gläubige sich der Vergänglichkeit des Körpers bewußt ist.

Auch die Auseinandersetzung mit dem Tod zu Lebzeiten kann ein Punkt sein, der Personen zu einer Zusage zu einer Organspende bewegt. In der heutigen Zeit wird es meistens vermieden, öffentlich über das Sterben zu sprechen - oft ganz im Gegensatz zu Personen, die einem Glauben angehören. Das Thema Tod und Sterben ist im christlichen Glauben ein sehr gewichtiger Punkt und wird, ob sonntags in der Kirche oder zu Festen, wie Taufen, Geburtstage, etc., häufig angesprochen.. Das Thema Tod wird aufgegriffen und es wird versucht, die Angst vor dem Sterben zu nehmen.

Es muß ausdrücklich nochmals darauf hin gewiesen werden, daß diese Aussagen mit Vorsicht zu bewerten sind und zu einem starken Teil auf persönlichen Eindrücken beruhen.

6 SCHLUBFOLGERUNGEN UND AUSBLICKE

Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse und ausgeführten Analysen können nur tendenzielle Abhängigkeiten aufzeigen. Ausdrücklich muß darauf hingewiesen werden, daß die Menge der gesammelten empirischen Daten sehr gering ist. Es wäre daher bei zukünftigen Untersuchungen angebracht, verschiedene Daten noch detaillierter zu hinterfragen. So ist wichtig, mehr Informationen zu bekommen, z. B. über die Todesursachen und inwieweit diese die vorliegenden statistischen Untersuchungen zur Korneatransplantation beeinflussen.

Auch sollte angestrebt werden, die Telefonate mit den Angehörigen, die Gespräche mit den Behörden sowie das E nukleiren in die Hand einer einzigen Person zu legen. Nur so sind genauere Daten zu bekommen, die nicht durch personell bedingte Unterschiede in der Handhabung und Ausführung, wie z. B. bei unterschiedliche Entnahmemethoden oder Gesprächsführungen mit Angehörigen, verfälscht werden.

Für die Hinterbliebenen ebenso wie für den Ablauf in den Instituten der Rechtsmedizin und der Augenklinik könnte es von entscheidendem Vorteil sein, wenn eine Person eingesetzt wird, die selbstverantwortlich und als direkter Ansprechpartner in allen Fragen der Transplantation fungieren könnte. Auch eine medizinische Aus- bzw. Weiterbildung in der psychologischen Gesprächsführung könnte einen besseren Kontakt zwischen Hinterbliebenen und Arzt herstellen.

Es wäre ein weiteres lohnendes Ziel, verbesserte Fragebögen zu erstellen, um die bisherigen statistische Schlußfolgerungen zu präzisieren. Zum Beispiel könnte eine detailliertere Feststellung der Grunderkrankungen des Spenders einen Hinweis auf eine Qualitätsveränderung der Bulbi geben.

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren auf Untersuchungen, die die Zusammenhänge der Spendenbereitschaft zu einer Hornhauttransplantation Verstorbener und deren Angehöriger analysiert. Vergleiche mit anderen Arbeiten, die z. B. Herzklappentransplantationen oder Obduktionen behandeln - hier sei auf die Arbeit von **Hartmut Grimm** hingewiesen [Grimm (1986)] - , könnten interessante neue Aspekte und Anregungen dazu aufzeigen.

Die Kostenfinanzierung der Hornhauttransplantationen spielt sicherlich auch eine wichtige Rolle bei der wirtschaftlichen Akzeptanz einer medizinischen Methode. Das Finanz- und Rechnungswesen der Universitäts-Klinik-Eppendorf in Hamburg konnte 1996 Kosten für Spendertransplantate ermitteln, die sich auf ca. 2100.-DM für eine untypisiertes Transplantat beliefen. Da das Arzneimittel-Gesetz den Handel ausdrücklich verbietet, darf ein Krankenhaus nur die Kosten zur Erstellung einer Keratoplastik in Rechnung stellen. Durch vermehrte Entnahmen mußten somit weniger Hornhäute von anderen Krankenhäusern erworben werden, wodurch insgesamt eine Kostenreduktion erreicht werden konnte. Durch eine vermehrte Eigenentnahme könnten mehr Operationen ausgeführt werden, die somit dem hohen Bedarf an Transplantationen in der Gesellschaft gerecht würden. Zugleich könnten Ärzte durch eine größere Anzahl von Operationen verstärkt Erfahrungen sammeln und hierdurch das Gefahrenpotential, insbesondere durch ungeübtes Verhalten erheblich senken. Nicht zu unterschätzen sind die damit verbundenen neuen Erkenntnisse für die Forschung, die um Verbesserungen bei den Entnahmetechnik, Lagerung und Operationen bemüht ist.

In den letzten Jahren wurden immer wieder große Hoffnungen in die sogenannte „Xenotransplantation“ (xenos -griechisch für „fremd“) gesetzt, die als Ersatz für die Allotransplantation angestrebt wird. Durch gentechnisch veränderte Tiere, vor allem durch Schweine, sollte es möglich sein, deren Organe auf den Menschen zu übertragen. Nach anfänglichen Problemen, insbesondere durch Abstoßungsreaktionen, gelang es in letzter Zeit, durch verbesserte Medikamente Fortschritte zu erzielen [Wehrle (1992)]. Die Vorteile dieser Xenotransplantate liegen auf der Hand. Die Lebensdauer und die -qualität der Patienten würde sich erheblich verbessern. Der Organmangel würde wegfallen und ebenso ethische Bedenken bei Allotransplantationen. Nicht zuletzt würde dem Schwarzmarkt für Organe der Nährboden entzogen werden.

Allerdings sind viele Wissenschaftler sehr skeptisch, Transplantate von Tieren zu gewinnen. Besondere Gefahren liegen u. a. in neuartigen, vom Tier auf den Menschen übertragbaren Krankheiten. Als Beispiel sei das HIV-Virus genannt, das ursprünglich nur bei Pavianen vorkam. Es überschritt auf unbekannte Weise die Artengrenze [Mölling (1998)].

Trotzdem investiert die Pharmaindustrie jährlich Tausende von Dollar in die Xenotransplantation und Genforschung, obwohl viele Gefahren noch nicht einmal annähernd erkannt sind. Die bekannten Viren können zumeist ermittelt werden. Wie aber sieht es mit artfremden Viren aus?

Aber auch tierschutzrechtliche Bedenken und Verteilungsungerechtigkeiten, die zu einer Zwei-Klassen-Transplantationsmedizin führen könnten, sollten bedacht werden. Nicht zuletzt würde es zu einer Veränderung des Selbstbildnisses des Menschen kommen [Jutzi (1998)].

Man versucht schon seit einigen Jahren Hornhautprothesen zu entwickeln. Hier muß vor allem auf Arbeiten von Prof. Dr. med. Norbert Schrage verwiesen werden, die auf Silikonbasis beruhen [Schrage et al. (1998)]. Ähnliche Ansätze verfolgt ein Ärzteteam der Universitäts-Augenklinik in Rostock, die ebenfalls an einer Keratoplastik mit Silikonschaumstoffoberflächen arbeiten [Berger et al. (1998)]. Eine Technik, die seit 1963 bei Patienten durchgeführt wird, ist die Osteo-Odonto-Keratoprothese nach Strampelli. Diese wird in der Regel nur bei Patienten mit Transplantatabstoßungen, insbesondere nach vaskulisierenden Hornhautnarben und generalisierte immunologische Reaktionen durchgeführt. Der Erfolg dieser Prothese hält meist nur vorübergehend an und wird von einer relativ hohen Rate schwerwiegender Komplikationen überschattet [Krause et al. (1997)].

Die Aussichten, in den nächsten Jahren eine brauchbare künstliche Hornhaut für Transplantationszwecke oder komplette künstliche Augenprothesen zu erhalten, sind allerdings relativ gering. Die experimentellen Arbeiten verschiedener Wissenschaftler lassen zumindest auf Ansätze hoffen.

Die Xenotransplantation und die Prothesen können in ferner Zukunft helfen, den Mangel an Organen zu beheben. Zur Zeit ist es aber noch nicht möglich, die Allotransplantation zu ergänzen oder sogar zu ersetzen. Alle oben genannten Verfahren bergen entweder noch zu viele Gefahren, oder sind noch nicht realisierbar. Daher sollte neben der Erforschung von alternativen Transplantaten die Verbesserung der Allotransplantation und derer Organisation weiterhin im Vordergrund stehen.

Die Tatsache, daß insgesamt nur vier Organspenderausweise bei den Verstorbenen gefunden wurden, deutet darauf hin, daß das Interesse oder das Wissen der Bevölkerung über dieses Thema nicht sehr groß ist.

Der „**Arbeitskreis Organspende**“ versucht daher immer wieder durch Öffentlichkeitsarbeit auf die Problematik dieser Thematik aufmerksam zu machen. Trotzdem reicht dies bei weitem noch nicht aus. Nicht nur medizinische Laien, sondern auch viele Ärzte, mit denen Gespräche geführt wurden, wußten nicht, daß man auch nach dem Tod gewisse Organe entnehmen und transplantieren kann. Dies zeigt auf, daß selbst Ärzte, denen eigentlich dieses Fachgebiet der Medizin vertraut sein müßte, nicht genau über diese Thematik informiert sind.

Eine verstärkte Aufklärungsarbeit sollte unter allen Umständen angestrebt werden.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Von März bis August 1996 oblag dem Autor im Institut für Rechtsmedizin am Universitätskrankenhaus Eppendorf die Verantwortung der telephonischen Befragung der Angehörigen von Verstorbenen zwecks Ermittlung einer Hornhautspende. Ebenfalls mußte ich mich im Falle einer Zusage zu einer Hornhautentnahme um die Koordination, Entnahme und Konservierung der Bulbi kümmern.

Diese Arbeit ist eine prospektive Studie, die aufzeigen soll, wie eine verbesserte Koordination der Telephonate mit den Familienmitgliedern und der Entnahmen von Bulbi die Menge und die Qualität von Hornhäuten beeinflußt.

Von insgesamt 1415 Verstorbenen kamen 447 (31,6%) für eine Hornhautspende in Betracht. 152 (10,7%) Leichen wurden zu einer Transplantation durch die Angehörigen freigegeben, bei denen es in 137 (9,7%) Fällen tatsächlich zu einer Bulbientnahme kam. Zu den 137 Bulbipaaren - das entspricht 274 Einzel-Bulbi - kamen noch 22 Einzel-Bulbi von Multiorganspendern aus der Pathologie hinzu. Von diesen 296 Bulbi wurden 80 als Keratoplastik verpflanzt. Das entspricht ca. 5% von allen Verstorbenen, die während sechs Monaten in das Institut für Rechtsmedizin eingeliefert worden waren.

Hinsichtlich des Alters der Spender sollte beachtet werden, daß ein Alter von 80 Jahren nur in Ausnahmefällen überschritten werden sollte. Der Verlust an Endothelzellen nach einer Konservierung der Bulbi lag in diesen Fällen im Durchschnitt um 332 Zellen/mm² niedriger als der Mittelwert aller Gruppen.

Des weiteren wurde untersucht, ob eine direkte Korrelation zwischen der Todesart und den Endothelzellzahlen der entnommenen Hornhäute vorliegt. Da insgesamt aber die Zahl der Verstorbenen, die nicht an einem Plötzlichen Tod verstorbenen waren, zu klein war, konnte hierzu keine eindeutige Aussage gemacht werden. Eine Ausnahme betraf die Selbsttötung durch „Erhängen“. Hier läßt sich eine klare Tendenz erkennen: Diese Todesart hat keinen Einfluß auf die Menge des Hornhautendothels vor oder nach der Konservierung.

Die Postmortemzeit spielt dagegen bei allen Todesarten eine wesentliche Rolle bei der Qualität des Endothels. Durch verlängerte Zeitspannen zwischen Sistieren des Kreislaufes und der Entnahme der Bulbi kann davon ausgegangen werden, daß sich innerhalb der ersten 24 Stunden kaum ein Verlust nachweisen läßt. Zwischen 24 und 72 Stunden kommt es zu einer Abnahme von ca. 100 Zellen/mm². Die Zellzahlen der Gruppe über 72 Stunden fiel um weitere 100 Zellen/mm² ab.

Bei den Zusagen, bzw. Ablehnungen zu einer Hornhauttransplantation fiel auf, daß Blutsverwandte 2. Grades mit 38,1% eine Zusage zu einer Hornhautspende gaben und Blutsverwandte 1. Grades mit 47,2%. Nach dem heutigen Transplantationsgesetz dürfen nur direkte Verwandte des Toten befragt werden. Da die Daten dieser Arbeit vor Inkrafttretens dieses Gesetzes aufgenommen wurden, wurden auch nicht direkte Verwandte befragt. Hierbei kam es bei 64,3% zu einer Zusage.

Die Bereitschaft der Angehörigen einer Organtransplantation zuzustimmen, wurde stark von den Umständen des Todes beeinflußt. Es fällt auf, daß bei einer „Selbsttötung“ in 60,9%, bei „Plötzlichem Tod“ in nur 45,9% der Fälle eine Zusage erteilt wurde.

Die gesamte Zeitablauf bei der Entnahme der Bulbi ist der wichtigste Einflußfaktor. Durch die Möglichkeit alle Aufgaben, von der Telephonbefragung bis hin zur Entnahme der Bulbi in den Aufgabenbereich einer Person zu legen, konnte die Koordination mit den anderen Instanzen - Landeskriminalamt, Staatsanwalt und Sektionsgehilfen - verbessert bzw. verkürzt werden. Eine wesentliche Rolle spielt auch, daß die Hinterbliebenen immer den selben Ansprechpartner hatten und dieser telephonisch die meiste Zeit auch erreichbar war. Wichtig sind die hierbei gesammelten Erfahrungen, die zu einem besseren Kontakt mit den Angehörigen führten, aber auch verschiedene Handlungsabläufe, z. B. die Entnahme der Bulbi, beschleunigten. Letztendlich konnte hierdurch die Entnahmemenge um knapp 45% im Vergleich zu den letzten Jahren gesteigert werden.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- Amir - Kabirian D (1988) Einfluß der ärztlichen Gesprächsführung mit den Angehörigen auf die Zustimmungsquote für Obduktionen, Med. Dissertation Hamburg
- Arbeitskreis Organspende (1995) Antworten auf wichtige Fragen, Arbeitskreis Organspende in Zusammenarbeit mit der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 14. Aufl., Hrsg. Arbeitskreis Organspende
- Berger E, Kreiner C, Guthoff R (1998) Polydimethylsiloxan - Schaumstoff - ein neues Haptikmaterial für Keratoprothesen, Deutschsprachige Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und Refraktive Chirurgie (www.dgii.org), Abstract
- Böhnke M (1987) Konservierung von Spendergewebe für die perforierende Keratoplastik in der Organkultur, Med. Dissertation, Hamburg
- Boisjoly H M, Tourigny R, Bazin R, Laughrea P A, Dube I, Chamberland G, Bernier J, Roy R (1993), Risk Factors of Corneal Graft Failure, Ophthalmology Vol.100, Seite 1728 - 1735
- Bundesseuchengesetz (1993) Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten beim Menschen, 18. Aufl. Sieberg : Reckinger
- Conrad M (1997) Wir möchten mit Ihnen etwas ausprobieren... (8. Folge), Hamburger Abendblatt , 17. Feb. 1997 Nr. 40
- Cornea Bank Kiel (1995) Hornhautspende - geschenktes Augenlicht, Broschüre über Hornhautverpflanzungen, in Zusammenarbeit mit Organisationszentrale der Deutschen Stiftung Organtransplantation (Hrsg.)
- Coster D J (1994) Doyne lecture influences on the development of corneal transplantation, eye 8, 1-11
- Deutsche Stiftung Organtransplantation (1996) Kurzinformation: Zahlen - Daten - Fakten, KfH Kuratorium für Dialyse und Nierentransplantation e. V. und Deutsche Stiftung Organtransplantation , Verlag Rommerskirchen
- Engelmann K, Hagannah M, Püschel K, Lockemann U, Kühnl P, Sibrowski W, Laufs R, Böhnke M, Draeger J, Winter R, Struktur (1992) Organisation und Leistungen der Hornhautbank Hamburg, Hamburger Ärzteblatt 11/92, 390-396

- Engelmann K (1994) Moist chamber storage and long-term corneal preservation - experiences with both methods, DOG-Symposium 1994, Heidelberg
- Engelmann K, Sobottka AC, Bialasiewicz AA, Püschel K, Böhnke M, Richard G (1995) Organkonservierung von menschlichen Spenderhornhäuten zur perforierenden Keratoplastik, Augenspiegel, 10/95, 28-32 + 11/95, 54-58
- Eye Bank Association of America (1997) The goal is in sight, www.restoresight.org/ebaa, web site material
- Fine BS, Yanoff M (1979) Histology of the eye, Harper & Row, New York San Fransisco London
- Forster B, Ropohl D (1987) Rechtsmedizin, 4. Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart
- Gimm H (1986) Obduktion mit der Einwilligungslösung bei Verwaltungssektionen, Dissertation, Hamburg
- Göschel G (1990) Die Geschichte der Hornhauttransplantation unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im 19.Jahrhundert, Med. Dissertation, Philipps-Universität Marburg
- Grehn F, Leydhecker W (1995) Augenheilkunde, 26 Aufl., Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg
- Grundgesetz (1997), 40. Aufl., Beck-DTV, München
- Henßge C, Brinkmann B (1984) Todeszeitbestimmung aus der Rektaltemperatur, Arch. Kriminol. 174, 97-112
- Hoff J, in der Schmitten J (1994) Wann ist der Mensch tot? Organverpflanzung und Hirntod-Kriterium, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg
- Irrgang B (1995) Grundriß der medizinischen Ethik, Ernst Reinhardt Verlag, München, Basel
- Jutzi S (1998) Tiere als Ersatzteillager ?, Bild der Wissenschaft 11,102-103
- Kanski J J, Spitznas M (1987) Lehrbuch der klinischen Ophtalmologie, 13. Aufl. Thieme, Stuttgart
- Krause M, Hille K, Weindler J, Ruprecht KW (1997) Keratoplastik - eine aktuelle Standortbestimmung, Magazin Forschung 1-97, 1-97-3
- Leigh A L (1966) Corneal Transplantation, Blackwell Scientific Publications, Oxford

- Mellin K B (1992) Hornhauttransplantation, Zentralblatt für Chirurgie 117, 695-700
- Mölling K (1998) Trojanische Schweine: Tierorgane sollen Menschen retten - können aber auch tödliche Viren übertragen, Bild der Wissenschaft 7, 44-47
- Pabel H J (1995) Arzneimittelgesetz: Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln, in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Okt. 1994, Dt. Apotheker Verlag, Stuttgart
- Pearson E S (1967), Some reflections on continuity in the development of mathematical statistics 1890-94, Biometrika 54, 341-355
- Püschel K (1992) Festschrift zum 80. Geburtstag von Prof. Dr. med. Jürgen Schröder, Institut für Rechtsmedizin der Universität Hamburg, Hamburg
- Püschel K, Geropp J, Engelmann K (1996) Forensic-medical experiences concerning quality standards of cornea explantation/transplantation, Key information: Program & abstract - for the Third International Symposium: Advances in legal medicine, Isalm - Japan 2. - 4. Sept.
- Rat der Evangelischen Kirche in Deutschland (1990) Deutsche Bischofskonferenz, Organtransplantationen, gemeinsame Erklärung der Deutschen Bischofskonferenz und der Rates der Evangelischen Kirche in Deutschland, Gemeinsame Texte 1, 39
- Schoeppe W, Löw-Friedrich I (1996) Transplantation - Grundlage, Ethik und Recht, Wiss. Buchges., Darmstadt
- Schrage NF, Langenfeld S, von Fischern T, Numan CJ, Yuan L, Kompa S, Völker N, Reim M, Kirchhof B (1998) Technische Realisierung der Aachener Keratoprothese - erste Anwendung am Menschen, Abstract 96. Jahrestagung der DOG (Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft), Berlin
- Schreiber H L (1989) Rechtliche Fragen der Organentnahme - auch der Lebendspende, Ethik und Organtransplantation: Gesellschaft für Gesundheit und Forschung e. V. (Hrsg.), Frankfurt a. M.
- Seidler E (1993) Die Chronik der Medizin - Fortschritt und Grenzen der aktuellen Medizin, Chronik Verlag, Dortmund
- Siuda S (1982) Organmangel als limitierender Faktor der Transplantationsmedizin, Med. Dissertation, Universität München
- Spalton D J, Hitchings R A, Hunter P A (1996), Atlas der Augenkrankheiten, 2. Aufl., Thieme Verlag Stuttgart

- Statistisches Bundesamt (1987) schriftliche Anfrage, Tabellen der Volkszählung von 1987
- Strafprozeßordnung (1990), Taschenbuch, DTV-Verlag, 24. Aufl.
- Töllner R (1990) Illustrierte Geschichte der Medizin, Band 1, Andreas Verlag, Salzburg
- Transplantationsgesetz-TPG (1997) Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen, BGBl. I S. 2631
- Vilmar K, Sewing K (1999) Richtlinien zum Führen einer Hornhautbank, Entwurf der Bundesärztekammer , Stand: 15.04.1999
- Wehrle C (1992) Schweine als Organspender, Bild der Wissenschaft 10, 142
- Wichmann B (1995) Die rechtlichen Verhältnisse des menschlichen Körpers und der Teile, Sachen, die ihm entnommen, in ihn verbracht oder sonst mit ihm verbunden sind, 1.Aufl, Verlag: Dr. Hans-Joachim Köster, Berlin
- World Medical Association (1987) World Medical Association Declaration on Human Organ Transplantation, Adopted by the 39th World Medical Assembly Madrid, Spain, October
- Zirm E (1906) Eine erfolgreiche totale Keratoplastik, Archiv für Ophthalmologie 64, 580-593

9 ABKÜRZUNGEN

AMG	Arzneimittelgesetz
Abb.	Abbildung
Aufl.	Auflage
Bahnüberf.	Bahnüberföhrung
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BZgA	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
Feb.	Februar
HCV	Hepatitis C Virus
HH	Hansestadt Hamburg
HIV	Human Immunodeficiency Virus
HLA	Human Leucoyte Antigen
Hrsg.	Herausgeber
Konserv.	Konservierung
L-Nr.	Leichennummer
med.	medizinisch
MTA	Medizinisch-Technischer-Assistent
n	Menge
PT	Plötzlicher Tod
s	Standardabweichung
Stdabw.	Standardabweichung
StPO	Strafprozeßordnung
Tab.	Tabelle
Teleph.	Telephonate
TPG	Transplantationsgesetz
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)
WMA	World Medical Association
u. a.	unter anderem
UKE	Universitäts-Krankenhaus-Eppendorf
u. U.	unter Umständen
z. B.	zum Beispiel
ZNS	Zentrales Nerven System
Ø	Durchschnitt

10 ANHANG

Auswertungsbogen:

Fragebogen zur Entnahme von Bulbi für Transplantationszwecke im Rahmen einer Doktorarbeit im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg:

Informationen über den Verstorbenen:

L-Nr.:

Geburtsdatum:

männlich weiblich

Todesursache (nach Leicheneingangsbuch):

Todeszeitpunkt (Datum/Uhrzeit):

Körpertemp. bei Einlieferung:

Kleidung:

Fundort/Sterbeort:

Grunderkrankungen (soweit bekannt):

Entnahmedatum/Uhrzeit:

Informationen über die Angehörigen:

Datum (Tag der Gesprächsführung):

Telephon-Nr. der Angehörigen:

Anzahl der Anrufe:

vergeblich:

sachbezogen (mit Dauer des einzelnen Gespräches):

Einverständniserklärung: Ja Nein

Wer gab die Einverständniserklärung (z. B. Tante, Sohn, etc.):

Organspenderausweis: Ja Nein nicht bekannt

Wollte Verstorbener zu Lebzeiten spenden: Ja Nein nicht bekannt

Argumente für/gegen Transplantation:

LEBENS LAUF

Jürgen Geropp, geboren am 19.05.1971 in Karlsruhe

Eltern	:		Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Geropp und Ehefrau Ursula Geropp, geb. Wiederkehr
Schulbildung	:	1977-1981	Grundschule in Siegen und Obersdorf
		1981-1990	Gymnasium am Löhrtor in Siegen
		1990	Abschluß: Abitur
Ausbildung	:	1990-1992	Ausbildung zum Radiologieassistenten (ohne Abschluß)
Studium	:	ab 1992	Studium im Fachbereich Humanmedizin, Universität Hamburg
		1994	Ärztliche Vorprüfung
		1995	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
		1999	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
		2000	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Praktische Tätigkeiten	:	seit 1996	Wissenschaftliche Hilfskraft im Schlaflabor des LBK Hamburg-Wandsbek, Chefarzt Prof. Sill
		seit 1998	Internetbeauftragter im Physiologischen Institut Hamburg des UKE, Institutsdirektor Prof. Bromm