

Was ist der Hirntod?

Fallbeispiel – Informationen – Erklärungen zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)





Hinweis zur Broschüre

Diese Broschüre bezieht sich auf die **Vierte Fortschreibung** der „Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG“.

Ziel der Broschüre

Die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) ist nach Paragraph 2 Absatz 1 Transplantationsgesetz (TPG) mit der Aufklärung der Bevölkerung über die Möglichkeiten der Organ- und Gewebespende beauftragt. Diese Aufklärung umfasst die gesamte Tragweite der Entscheidung und ist ergebnisoffen angelegt. Die vorliegende Broschüre „Was ist der Hirntod? Fallbeispiel – Informationen – Erklärungen zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)“ informiert detailliert und sachlich über eine der Voraussetzungen: das Vorliegen des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms. Anhand eines konkreten Fallbeispiels, das sich tatsächlich so ereignet hat, klärt sie objektiv über die genauen Abläufe bei der Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) auf. Die verständliche Darstellung der Abläufe soll Vertrauen fördern und Ängste abbauen. Außerdem möchte die Broschüre dazu anregen, sich in Ruhe mit den Themen Hirntod und Organspende auseinanderzusetzen.

Kein Gesetz in Deutschland – auch nicht das Transplantationsgesetz – definiert den Tod. Ebenso wenig hat der Gesetzgeber die Regeln zur Feststellung des Todes durch Ärztinnen und Ärzte vorgegeben. Dies ist vielmehr Aufgabe der medizinischen Wissenschaft. Allerdings ist die (richtliniengemäße) Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) in Deutschland nach dem Transplantationsgesetz eine zwingende Voraussetzung für eine Organspende nach dem Tode. Dabei soll die Untersuchung aber zunächst einmal Klarheit über den Zustand des Patienten schaffen – völlig unabhängig von der Frage, ob jemand nach seinem Tode Organe spenden möchte oder nicht. Die Untersuchung gibt Antworten auf die Fragen: Sind die gesamten Gehirnfunktionen endgültig und unwiederbringlich erloschen? Oder sind noch Restfunktionen im Gehirn vorhanden? Die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) dient der Todesfeststellung in der Intensivmedizin. Befürchtungen, es werde nicht alles medizinisch Mögliche für Patientinnen und Patienten, die z. B. im Organspendeausweis einer Organentnahme zugestimmt haben, getan, sind unbegründet. Denn: Die Feststellung des Todes wird zwar VOR einer möglichen Organ- und Gewebespende vorgenommen, nicht aber FÜR eine mögliche Organ- und Gewebespende.

Das Verfahren zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist eines der sichersten in der Medizin. Mit der Feststellung von Verfahrensregeln für seinen Nachweis hat der Gesetzgeber bereits 1997 die Bundesärztekammer beauftragt. Die letzte Überarbeitung – Fortschreibung genannt – trat im Herbst 2022 in Kraft. Die Bundesärztekammer stellt darin den aktuellen Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft für die Regeln zur Feststellung des Todes nach Paragraph 3 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach Paragraph 3 Absatz 2 Nummer 2 einschließlich der jeweils dazu erforderlichen ärztlichen Qualifikation fest. Wichtig ist: Die Untersuchungen zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) sind an strenge Voraussetzungen gebunden. Nur wenn eine akute schwere Gehirnschädigung nachgewiesen ist und alle anderen Ursachen ausgeschlossen wurden, müssen alle klinisch geforderten Ausfallsymptome nachgewiesen werden. Anschließend muss die Unumkehrbarkeit der klinischen Ausfallsymptome bestätigt werden. Hinzu kommt: In jedem Fall untersuchen zwei erfahrene Fachärztinnen oder Fachärzte den Patienten unabhängig voneinander. Sobald einer von ihnen zweifelt, kann der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen nicht festgestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)	6
Vorwort Professor Dr. med. Dag Moskopp	8
Hirntod und unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen: Gibt es einen Unterschied?	10
Wegweiser durch die Broschüre	12

Die Geschichte von Maria Dahl

Wie ein gerissenes Blutgefäß im Gehirn zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) führte	15
---	----

Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Informationen und Erklärungen	61
-------------------------------	----

1. Aufbau, Funktion und Blutversorgung des Gehirns: ein Einblick 62

Hirnhäute	63
Liquor	63
Gehirnabschnitte	65
Großhirn	65
Kleinhirn	66
Hirnstamm	67
Blutversorgung des Gehirns	68

2. Schädigungen des Gehirns und ihre Folgen 69

Primäre Gehirnschädigungen	70
Sekundäre Gehirnschädigungen	72
Entstehung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)	72
Steigerung des Schädelinnendrucks: Ursachen und Folgen	72
Die Gehirn-Minderdurchblutung als mögliche lebensbedrohliche Komplikation einer Schädelinnendruck-Erhöhung	74
Die „Einklemmung“ als mögliche lebensbedrohliche Komplikation einer Schädelinnendruck-Erhöhung	74
Weitere Arten von Gehirnschädigungen	76
Koma	76
Apallisches Syndrom (Wachkoma)	77
Locked-in-Syndrom	78

3. Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen

(Hirntod-Diagnostik)	79
Anforderungen an die ärztliche Qualifikation	79
Anforderungen an die Dokumentation und Archivierung der Untersuchungsergebnisse	80
Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen	
(Hirntod-Diagnostik) ab Beginn des dritten Lebensjahres	82
Prüfung der Voraussetzungen für die Feststellung des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen	82
Feststellung der klinischen Symptome des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen	85
Nachweis der Unumkehrbarkeit (Irreversibilitätsnachweis) des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)	97
Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	103
Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen	
(Hirntod-Diagnostik) bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr	104
Konsequenzen aus der Diagnose unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)	107
Patientenwille am Lebensende – Organspende und Therapiebegrenzung	108
§ Transplantationsgesetz (TPG)	113
Entscheidungslösung	114
Voraussetzungen für eine Organ- und Gewebeentnahme nach dem Transplantationsgesetz	114
Richtlinienerstellung durch die Bundesärztekammer	116
? Antworten auf häufig gestellte Fragen	119
Az Glossar	127
📖 Quellen	135
Impressum	143

Vorwort Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)

Die Auseinandersetzung mit der eigenen Sterblichkeit ist seit jeher ein Thema, das viele Menschen meiden. Es fällt nicht leicht, die Endlichkeit des eigenen Lebens als unabwendbare Tatsache zu akzeptieren. Dennoch sollte sich jeder mit seinen Vorstellungen und Wünschen im Hinblick auf den eigenen Tod befassen. Hierbei gilt es auch, für sich zu klären, ob nach Feststellung eines unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Gehirnfunktionen Organe und/oder Gewebe gespendet werden sollen. Bei dieser Entscheidung gibt es kein „Richtig“ oder „Falsch“. Vielmehr ist es wichtig, dass überhaupt eine Entscheidung zur Wahrung der persönlichen Wünsche getroffen wird. Egal, wie diese ausfällt: Sie gibt den Angehörigen, den Ärztinnen bzw. Ärzten und den Pflegenden im Krankenhaus die Gewissheit, im Sinne der bzw. des Verstorbenen zu handeln. Gespräche im Familien- und Freundeskreis können helfen, eine persönliche Entscheidung zu finden.

Wir wissen aus unseren Repräsentativbefragungen „Wissen, Einstellung und Verhalten der Allgemeinbevölkerung zur Organ- und Gewebespende“, dass das Thema unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) und die in Deutschland geführte Debatte um die Fragen „Wann ist der Mensch tot?“ und „Bedeutet der Hirntod den Tod des Menschen?“ viele Bürgerinnen und Bürger verunsichern: „Was bedeutet Hirntod? Gibt es verschiedene Tode? Wie wird der Hirntod festgestellt und wie sicher ist diese Diagnose? Wenn ich mich zu Lebzeiten für eine Organspende entscheide, wird dann im Fall der Fälle wirklich noch alles medizinisch Machbare für mich getan?“ Ängste und Zweifel sind dann groß, wenn Informationen über das Verfahren der Hirntod-Diagnostik fehlen und es unklar ist, wann dieses Verfahren überhaupt zur Anwendung kommt. Es ist die Aufgabe der BZgA, geeignete Informationen zum Thema Hirntod und zur Hirntod-Diagnostik zur Verfügung zu stellen. Jeder Interessierte soll die für ihn wesentlichen Informationen erhalten, die eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Thema ermöglichen. Die Rückmeldungen von Bürgerinnen und Bürgern haben uns gezeigt, dass viele Menschen bereits über erste Informationen verfügen und weiterführende Fragen haben.

Die vorliegende Broschüre richtet sich an diejenigen, die sich intensiver mit diesem Thema beschäftigen möchten. Anhand eines realen Fallbeispiels wird verständlich dargestellt, wie es zu einem unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) kommen kann. Leserinnen und Leser nehmen an der Schilderung des konkreten Falls teil und erhalten so einen Einblick in die Diagnostik. Das Fallbeispiel wird durch einen Informationsteil ergänzt, der zunächst einen kurzen Einblick in die Anatomie und Funktion des Gehirns gibt. Zusätzlich wird Schritt für Schritt der Ablauf der Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) erläutert, wie er von den Fachärztinnen und Fachärzten verpflichtend durchgeführt werden muss. Abschließend gibt die Broschüre Antworten auf häufige Fragen zu diesem Thema und will zu einer persönlichen Auseinandersetzung damit anregen.

Ihre BZgA



Kurzbroschüre „Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod). Antworten auf häufige Fragen“



Die Broschüre kann im Internet unter **<https://shop.bzga.de/alle-kategorien/organspende/>** als PDF-Datei heruntergeladen werden. Außerdem können Sie die Broschüre mit der **Artikelnummer 60130002** kostenfrei bei der BZgA bestellen. Senden Sie Ihre Bestellung bitte an die BZgA, 50829 Köln oder per Fax an: 0221/8992-257. Sie können die Broschüre auch per **E-Mail an bestellung@bzga.de** bestellen.

Vorwort



Professor Dr. med. Dag Moskopp

Mit dieser Broschüre liegt Ihnen der authentische Bericht über eine Art des Lebensendes auf der Intensivstation vor, die in der Bevölkerung bisher wenig bekannt ist – den vollständigen, unumkehrbaren und zweifelsfreien Verlust der gesamten Hirnfunktionen, also den Hirntod. Diese ergreifenden Ereignisse sind so, wie geschildert, geschehen. Die reale Patientin trägt im Folgenden den erfundenen Namen Maria Dahl.

Entgegen vielfältiger „Meinungsmache“ lässt sich der Hirntod auch für medizinische Laien seriös und lebenspraktisch verdeutlichen. In der Regel geht der Feststellung des Hirntods eine intensivmedizinische Phase voraus, die dem „geleiteten Gang über eine Brücke“ gleicht: Ein hoch spezialisiertes Team aus Ärztinnen bzw. Ärzten, Pflegenden und Mitarbeitenden aus weiteren medizinischen Fachdisziplinen war zunächst mit allen Kräften bestrebt, diese Schwerkranke zu retten – gleichsam sie über die „Brücke der Intensivmedizin“ vom „Ufer der Krankheit“ an das „Ufer der Gesundheit“ zu bringen. Es gibt aber Umstände, da hören Brücken mitten im Fluss auf, eine Brücke zu sein – genau wie die vielfach besungene Brücke von Avignon, die seit einer Naturkatastrophe im Jahre 1660 mitten in der Rhône abbricht: Was ist dann zu tun? Man findet sich an einer Abrisskante. Das so ersehnte „Ufer der Gesundheit“ scheint nicht erreichbar zu sein. Um Gewissheit über den Zustand zu erlangen, wird die Hirntod-Diagnostik durchgeführt.

Hirntod ist eine eigenständige medizinische Diagnose und das sicherste Kennzeichen des Todes. Mit dem Tod endet auch die Rechtsfähigkeit eines Menschen: Ehen sind dann beendet, die Erbfolge setzt ein und Versicherungen werden fällig. In der Regel liegt ein Hirntoter – gleichsam als entseelter Körper – zunächst noch weiterhin für eine kurze Zeit beatmet auf einer Intensivstation, obwohl juristisch und biologisch das Individualleben beendet ist.

Die Bestätigung des Verdachts, ob der Hirntod vorliegt, bedeutet für die behandelnden Ärztinnen und Ärzte eine eindeutige Entscheidungsgrundlage für das weitere Handeln im Hinblick auf die Beendigung der intensivmedizinischen Maßnahmen. Das Transplantationsgesetz verlangt, dass nach dokumentiertem Hirntod zu klären ist, ob die Therapie abgebrochen oder eine Organspende realisiert wird. Es ist notwendig, Wissen zu vermitteln, damit Menschen zu Lebzeiten eine Entscheidung für oder gegen eine Organspende treffen können. Um für das Verständnis des Hirntods hinreichende und belastbare Informationen zu vermitteln, bedarf es der Kommunikationsarbeit einiger Generationen.

Über 430 Patientinnen und Patienten an dieser speziellen Grenze zwischen Leben und Tod habe ich als Neurochirurg begleitet – und die Erfahrungen hierzu monographisch niedergelegt (Moskopp 2015). Gern bin ich daher der Bitte der BZgA nachgekommen, die letzte Lebenswoche einer Patientin für einen nicht medizinischen Leserkreis aufzuarbeiten, um damit Verständnis für eine bisher oft zu Unrecht missverstandene Gegebenheit zu

wecken. Der Hirntod hat bisher keine „gefestigte Tradition“. Daher findet man in den Medien zum Teil auch „schwierige“ Einlassungen von voreingenommenen Autorinnen und Autoren, die aus zweiter Hand berichten. Interessierte Bürgerinnen und Bürger haben hierzu meist wenig belastbare Informationen aus Schule oder Universität mitbekommen. Und gläubige Menschen wünschten sich wohl ein festes Rüstzeug von Pfarrer, Imam oder Rabbi: Aber es findet sich kaum etwas Konkretes hierzu bei Buddha, im Talmud, Koran oder in der Bibel.

Nachdem in Kopenhagen im September 1952 anlässlich einer Kinderlähmungs-Epidemie mit drohenden Ersticken der Grundstein für maschinelle Beatmungen gelegt worden war, wurde bald auch klar, dass gewisse Kranke nicht zu retten waren, aber immer noch beatmet wurden: Was sollte nun unter Wahrung der Würde geschehen? Unübertroffen ist hierzu bis heute die Rede von Papst Pius XII. die bereits am 24.11.1957 den spirituellen Teil des Problems wohltuend lebensnah aufgreift.

Der Hirntod kann nur auf einer Intensivstation festgestellt werden. Das Konzept des Hirntods im heutigen Sinne wurde bereits 1959/1960 von der Gruppe um Professor Pierre Wertheimer in Lyon vollständig gefasst, bis hin zu der neuen Form des Therapieabbruchs bei schlagendem Herzen nach Feststellung des Hirntods. Eine solche Entscheidung hatte Papst Pius XII. bereits 1957 gebilligt. Fragen der postmortalen Organspende stellten sich damals noch nicht. Auch wenn die aktuelle Richtlinie der Bundesärztekammer statt „Hirntod“ die Bezeichnung „irreversibler Hirnfunktionsausfall“ verwendet, beinhalten beide Bezeichnungen dasselbe: den zweifelsfreien, vollständigen und unumkehrbaren Ausfall von Großhirn, Kleinhirn und Hirnstamm. Es hat sich lediglich die Wortwahl geändert.

Die Gefährdung, plötzlich versterben zu können, wird gelegentlich verdrängt. Das „Mitten im Leben sind wir vom Tod umgeben“ gilt manchem als unzeitgemäßer Choralvers. Wer sich demgegenüber mit den täglichen Ereignissen beschäftigt, weiß: Äußere und innere Ursachen können jeden von uns in jeder Minute gefährden. Im Extremfall kann der Zustand eines zweifelsfreien, vollständigen und unwiederbringlichen Verlustes der Hirnfunktionen eintreten, wie in der Geschichte von Maria Dahl dargestellt. Der Hirntod ist die am besten definierte medizinische Diagnose. Die Abfolge der Untersuchungsschritte ist in einer verpflichtend einzuhaltenden Richtlinie der Bundesärztekammer festgelegt. In keinem einzigen Fall, in dem sich die diagnostizierenden Ärztinnen und Ärzte an die Vorgaben der Richtlinie gehalten haben, wurde ein Lebender fälschlicherweise für tot erklärt.



Professor Dr. med. Dag Moskopp (September 2017)

Hirntod und unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen: Gibt es einen Unterschied?

Es gibt keinen inhaltlichen Unterschied zwischen den Bezeichnungen „Hirntod“, „nicht behebbarer, zweifelsfreier, vollständiger Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms“ oder „irreversibler Hirnfunktionsausfall“. Alle drei Bezeichnungen bedeuten dasselbe: Das menschliche Gehirn hat seine Arbeit eingestellt. Seine Funktionsfähigkeit ist für immer verloren. Der Mensch ist tot. Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen wird nach klar definierten Regeln festgestellt. Der Gesetzgeber hat 1997 mit Inkrafttreten des Transplantationsgesetzes (TPG) die **Bundesärztekammer** in Paragraph 16 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 beauftragt, in Richtlinien den Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft festzustellen. Dies betrifft auch die Richtlinie zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod):

„Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG“

Diese Richtlinie wird regelmäßig an den aktuellen Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft angepasst. Bei der letzten Überarbeitung ging es hauptsächlich um Fragen aus der Praxis, neue Untersuchungsmethoden und die Qualifikation der untersuchenden Ärztinnen und Ärzte. Seit Herbst 2022 ist die Fünfte Fortschreibung der Richtlinie zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) in Kraft.

In der Richtlinie wird bewusst nicht mehr vom „Hirntod“ gesprochen. Stattdessen wurden jetzt – medizinisch-naturwissenschaftlich präzise – die Formulierungen „irreversibler Ausfall der Hirnfunktionen“ bzw. „nicht behebbarer Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms“ aufgenommen. Die aktuelle Formulierung greift damit nun den Wortlaut in Paragraph 3 Absatz 2 Nummer 2 TPG auf und ist damit auch Ausdruck einer sprachlichen Anpassung der Richtlinie an den Text des Transplantationsgesetzes. Die Broschüre der BZgA greift weitgehend den Wortlaut der aktuellen Richtlinie auf. Um den Leser an die neuen Begrifflichkeiten heranzuführen, wird die Bezeichnung „Hirntod“ im Text in Klammern mitgeführt, sodass folgende Formulierung verwendet wird: unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod).

Es gibt aber noch weitere Gründe, die für den Ersatz der Bezeichnung „Hirntod“ in der aktuellen Richtlinie sprechen: Die Verwendung der Bezeichnungen „Hirntod“ und „Herztod“ hat in der Vergangenheit in der Bevölkerung immer wieder zu Missverständnissen geführt.

Vielfach entstand der Eindruck, es gebe mehrere Tode des Menschen – oder als sei nur ein Organ – das Gehirn – tot. Letztlich resultiert aus diesem Missverständnis auch die Frage „Bedeutet der Hirntod den Tod des Menschen?“. Der vollständige und auch durch Wiederbelebungsmaßnahmen nicht behebbare Ausfall der Herz- oder Lungenfunktion (Herz-Lungen-Tod) bedeutet genauso den Tod des Menschen wie der unumkehrbare Ausfall der Hirnfunktionen (Hirntod). Ohne ärztliches Eingreifen auf einer Intensivstation folgt auf den Eintritt des Herz-Lungen-Todes innerhalb kurzer Zeit zwangsläufig der Ausfall der gesamten Hirnfunktionen, und auf den Eintritt des Hirntods folgt innerhalb kurzer Zeit der Ausfall der Herz-Kreislauf-Funktion. Nur durch intensivmedizinische Maßnahmen, wie etwa die künstliche Beatmung und die Verabreichung von Medikamenten, können trotz vollständigem Ausfall der Hirnfunktionen der Kreislauf und die Sauerstoffversorgung für eine begrenzte Zeit künstlich aufrecht-erhalten werden.

Mit dem Eintritt des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist das Gehirn als Steuerungszentrale grundlegender Lebensfunktionen ausgefallen. Es ist an der Regelung und Abstimmung wichtiger Funktionen des Körpers beteiligt. Hierzu zählen neben der Steuerung der Atmung zum Beispiel die Steuerung der Organe sowie die Regulation des Salz-Wasser-Haushaltes. Aber auch die menschliche Erkenntnis- und Informationsverarbeitung wie Wahrnehmung, Lernen, Erinnern und Denken wird durch das Gehirn gesteuert. Für die meisten Menschen macht das Zusammenspiel dieser Funktionen und Fähigkeiten die Einheit des Menschen als körperlich-geistiges Wesen aus. Mit dem Eintritt des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist diese Einheit unwiederbringlich zerstört.

Die Einhaltung der Richtlinie wird von der **Überwachungskommission** überprüft. Diese Kommission ist bei der Bundesärztekammer angesiedelt. Die Überwachungskommission kann nicht nur anlassbezogen, sondern auch verdachtsunabhängig flächendeckende Vor-Ort-Prüfungen in den Krankenhäusern durchführen. In Deutschland ist noch nie eine falsch positive Diagnose (also irrtümliche Diagnose) eines Hirntods bekannt geworden. Niemals wurde bisher in Deutschland ein Organ ohne den Nachweis des Hirntods entnommen.

Exkurs: Wann wurde der Hirntod für die klinische Medizin bedeutsam?

Das Phänomen des Hirntods wurde für die klinische Medizin in den 1950er-Jahren durch die Entwicklung der Intensivmedizin mit der Möglichkeit der Wiederbelebung und der künstlichen Beatmung relevant: Diese führte infolge der maschinellen Sauerstoffspende zu einem zeitlich getrennten Ausfall der Herz-Kreislauf- und Hirn-Funktion. Weder das Aussetzen der Herz- noch der Atemfunktion zogen nunmehr automatisch das Absterben des Gehirns und des gesamten Organismus nach sich. Der Stillstand von Atmung und Kreislauf hatte über Jahrhunderte die Grenze des ärztlichen Handelns und die Grenze zwischen Leben und Tod bestimmt. Mit dem Ausfall dieser Funktionen war der Abbruch medizinischer Maßnahmen bis dato gerechtfertigt. Nun aber waren der – möglicherweise vorübergehende – Stillstand von Atmung und Herztätigkeit keine sicheren Kriterien mehr für den eingetretenen Tod. Es mussten neue Kennzeichen gefunden werden, anhand derer der Tod zweifelsfrei festgestellt werden konnte. Die neurologischen Zeichen, mit denen der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt werden kann, sind eindeutig und lassen eine zweifelsfreie Diagnose über den Zustand des Betroffenen zu. Mit dem unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist die Steuerung der elementaren Lebensfunktionen über das Gehirn, wie zum Beispiel des Atemantriebs und der Regulation des Salz-Wasser-Haushaltes, unwiederbringlich erloschen und die Einheit des Menschen als körperlich-geistiges Wesen ist zerstört. Der Mensch ist tot. Für interessierte Leser, die sich mit der Geschichte des Hirntodkonzepts und den zugehörigen Diskussionen ausgiebiger befassen wollen, sei auf die weiterführende Literatur im Quellenverzeichnis verwiesen.

Wegweiser durch die Broschüre

Die Broschüre „Was ist der Hirntod? Fallbeispiel – Informationen – Erklärungen zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)“ besteht aus zwei Teilen:

Die Geschichte von Maria Dahl

Wie ein gerissenes Blutgefäß im Gehirn zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) führte

Es gibt zahlreiche Ursachen, die zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen führen können. Beispielhaft wird anhand der realen Geschichte der 63-jährigen Maria Dahl dargestellt, wie es zur Diagnose des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) kommen kann. Bei ihr trat dieser als Folge eines geplatzten Aneurysmas (krankhafte Aussackung eines Blutgefäßes) im Gehirn ein. Schritt für Schritt nimmt der Leser als Beobachter am Verlauf der Krankengeschichte teil und versteht so, warum bei der Patientin die Diagnostik zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) eingeleitet wird. Das dreigliedrige Untersuchungsverfahren wird transparent, verständlich und unter Verwendung von anonymisierten Originaldokumenten nachvollziehbar erläutert.

Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Informationen und Erklärungen

Nach einem kurzen Einblick in den Aufbau und die Funktion des Gehirns und seine möglichen Schädigungen wird das Verfahren zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) stufenweise erläutert. Dieses Verfahren ist in einer Richtlinie der Bundesärztekammer festgelegt. Im Juli 2015 trat die **Vierte Fortschreibung dieser Richtlinie** in Kraft.

Die wesentlichen Inhalte dieser Richtlinie werden für die Leserschaft anschaulich dargestellt. Ferner werden die gesetzlichen Grundlagen des Transplantationsgesetzes erläutert. Eine Zusammenstellung wichtiger Fragen und Antworten zur Thematik schließt die Broschüre ab.

Umgang mit medizinischen Fachbegriffen und Fremdwörtern

Die Broschüre verzichtet im Sinne der Lesbarkeit und Verständlichkeit des Textes weitgehend auf medizinische Fachbegriffe und Fremdwörter. Dort, wo ein medizinischer Fachbegriff unverzichtbar ist, wird dieser in einer Randerläuterung oder in einem Informationsfeld erklärt. Der interessierten Leserschaft, die sich mit weitergehender (Fach-)Literatur befassen möchte, wird dadurch der Zugang hierzu erleichtert. Zusätzlich sind alle wichtigen Fachbegriffe und Fremdwörter im Glossar aufgeführt und erklärt.

i Bundesärztekammer

Die Bundesärztekammer (Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Ärztekammern) ist die Spitzenorganisation der ärztlichen Selbstverwaltung. Für die Transplantationsmedizin stellt die Bundesärztekammer den Erkenntnisstand der medizinischen Wissenschaft in Richtlinien fest. Dazu wurde sie vom Gesetzgeber in Paragraph 16 Absatz 1 Transplantationsgesetz ermächtigt.

i Überwachungskommission

Gemäß Paragraph 11 Absatz 3 Transplantationsgesetz (TPG) haben der Spitzenverband Bund der Krankenkassen, die Bundesärztekammer und die Deutsche Krankenhausgesellschaft eine Kommission eingesetzt, die überprüft, ob die Gewinnung von postmortalen Spenderorganen ordnungsgemäß abgelaufen ist. In diesem Zusammenhang überprüft die Kommission unter anderem, ob die Voraussetzungen für die Feststellung des unumkehrbaren Hirnfunktionsausfalls vorlagen und ob die Diagnostik verfahrens- und regelkonform anhand der Richtlinie der Bundesärztekammer zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms erfolgt ist. Die Kommission ist verpflichtet, Erkenntnisse über Verstöße gegen das TPG oder aufgrund des TPG erlassener Rechtsverordnungen an die zuständigen Behörden weiterzuleiten.

i Vierte Fortschreibung der Richtlinie

Richtlinie gemäß Paragraph 16 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 Transplantationsgesetz (TPG) für die Regeln zur Feststellung des Todes nach Paragraph 3 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach Paragraph 3 Absatz 2 Nummer 2 TPG. Mittlerweile ist die Fünfte Fortschreibung der Richtlinie in Kraft getreten. Die jeweils aktuelle Fortschreibung der Richtlinie ist auf der Internetseite der Bundesärztekammer (www.bundesaerztekammer.de) unter dem Menüpunkt „Richtlinien“ abrufbar.



Die Geschichte von Maria Dahl

Wie ein gerissenes Blutgefäß im Gehirn zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) führte

Bei der folgenden Geschichte handelt es sich um einen Fall, der sich im Jahr 2015 in Deutschland tatsächlich zugetragen hat. Die Namen der beteiligten Personen und Institutionen wurden geändert. Ähnlichkeiten mit existierenden Personen und Institutionen sind zufällig.

In der folgenden authentischen Schilderung wird die Geschichte der 63-jährigen Maria Dahl beschrieben. Bei ihr lag eine krankhafte Aussackung zweier Hirnschlagadern vor. Mindestens eine Gefäßaussackung (Aneurysma) war geplatzt und als Folge trat bei Maria Dahl der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ein. Die Geschichte beginnt damit, dass Maria Dahl plötzlich körperliche Veränderungen wahrnimmt. Besorgt sucht sie ihren Hausarzt auf. Er hat den Verdacht, dass Maria Dahls Beschwerden auf mindestens ein bis dahin unentdecktes Aneurysma zurückzuführen sind.

Durch die genaue Darstellung der nun folgenden Ereignisse nimmt der Leser am Schicksal von Maria Dahl teil. Er kann verfolgen, wie es zum Ausfall der gesamten Hirnfunktionen kommt, und nimmt als Beobachter an der gründlichen, systematischen Diagnostik eines interdisziplinären Ärzteteams teil, die zu dem Ergebnis führt: Bei Maria Dahl liegt der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen vor – sie ist hirntot.

Die Geschichte von Maria Dahl

Wie ein gerissenes Blutgefäß im Gehirn zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) führte



27.–31.07.
2015

Maria Dahl verspürt eine leichte Muskelschwäche im linken Arm

Die alleinstehende Maria Dahl (63 Jahre alt) hat bereits vor einigen Tagen eine ganz leichte Muskelschwäche des linken Armes bemerkt. Irgendwie fehlt die letzte Kraft und das Heben von Lasten fällt ihr schwerer als üblich. Allerdings betrifft dies nicht ihre rechte Gebrauchshand und Schmerzen verspürt sie auch nicht.

8:00
03.08.2015

Maria Dahl stellt beim Blick in den Spiegel fest, dass ihr rechtes Augenlid etwas hängt

An diesem Morgen stellt sie beim Blick in den Badezimmerspiegel plötzlich fest, dass ihr rechtes Augenlid herunterhängt. Sie sieht auch einiges doppelt, obwohl sie keinen Alkohol getrunken hat. Und irgendwie stört das Licht der Morgensonne. All das beunruhigt sie. Deshalb sucht sie noch am selben Vormittag ihren Hausarzt, Herrn Dr. Czeslaw Andrzejewski, auf.

11:00
03.08.2015

Maria Dahl stellt sich bei ihrem Hausarzt Dr. Andrzejewski vor

Frau Dahl ist als Patientin seit Jahren bei Herrn Dr. Andrzejewski in Behandlung. Bisher ist bei ihr lediglich ein Bluthochdruck bekannt, der mit Medikamenten eingestellt ist. Ansonsten ist sie gesund. Sie raucht nicht. Frau Dahl schildert Herrn Dr. Andrzejewski ihre Beschwerden. Im Gespräch gibt sie an, dass sie diese am heutigen Morgen erstmals und ohne äußere Einflüsse bemerkt habe. Etwas Ähnliches habe es auch in ihrer Familie bisher nicht gegeben. Dr. Andrzejewski verfügt über eine langjährige klinische Erfahrung. Vor allem das „plötzlich hängende obere Augenlid“ bereitet ihm Sorgen. Er vermutet, dass Veränderungen im Schädelinneren vorliegen müssen, die den rechten **III. Hirnnerv** in seiner Funktion beeinträchtigen.

Ein neu aufgetretenes, schmerzloses „Hängen des oberen Augenlides“ ist hochgradig verdächtig und deutet in dieser Konstellation auf ein **Aneurysma**, eine Gefäßaussackung (Abb. 1 a), an der Schädelbasis hin. Wahrscheinlich hat bei Maria Dahl eine Einblutung in die Aderwand dieses Aneurysmas stattgefunden und damit eine zusätzliche Aussackung gebildet. Diese drückt nun akut auf den III. Hirnnerv und beeinträchtigt dadurch dessen Funktion. **Aneurysmata** können sich aufgrund einer Aderwandschwäche aufblähen und schließlich platzen (Abb. 1 b).



Aneurysmata

Mehrzahl von Aneurysma

III. Hirnnerv

Der III. Hirnnerv ist unter anderem für das Heben des Augenlids, die Engstellung der Pupille sowie für die Beweglichkeit des Augapfels hauptverantwortlich. Er liegt im Schädelinneren an einer bestimmten Stelle unterhalb des Gehirns, eng und unverschiebbar neben einer Schlagader (Arteria communicans posterior, Abb. 1 a). Diese Arterie zweigt direkt nach Durchtritt durch die Schädelbasis von der inneren Kopfschlagader (Arteria carotis interna) ab. Eine Funktionsbeeinträchtigung des III. Hirnnervs macht sich durch folgende Krankheitszeichen bemerkbar: mehr oder weniger ausgeprägtes Hängen des oberen Augenlids, Erweiterung der Pupille, Fehlstellung des Augapfels nach außen unten, Lichtscheu, Schielen und Doppelbilder.

Aneurysma

Unter einem Aneurysma versteht man die örtlich begrenzte, krankhafte Erweiterung einer Schlagader (Arterie), zumeist im Bereich ihrer Aufzweigung. Im betroffenen Gefäßabschnitt bildet sich eine Aussackung, die bestehen bleibt. Handelt es sich um eine krankhafte Aussackung einer Schlagader im Schädelinneren, spricht man von einem hirnarteriellen Aneurysma. Im Bereich eines Aneurysmas ist die Wand der Arterie geschwächt. Angeborene oder erworbene Veränderungen in der Arterienwand können zu einem Aneurysma führen. Übermäßiger Nikotinkonsum gehört zu den Risikofaktoren zur Ausprägung eines Aneurysmas.

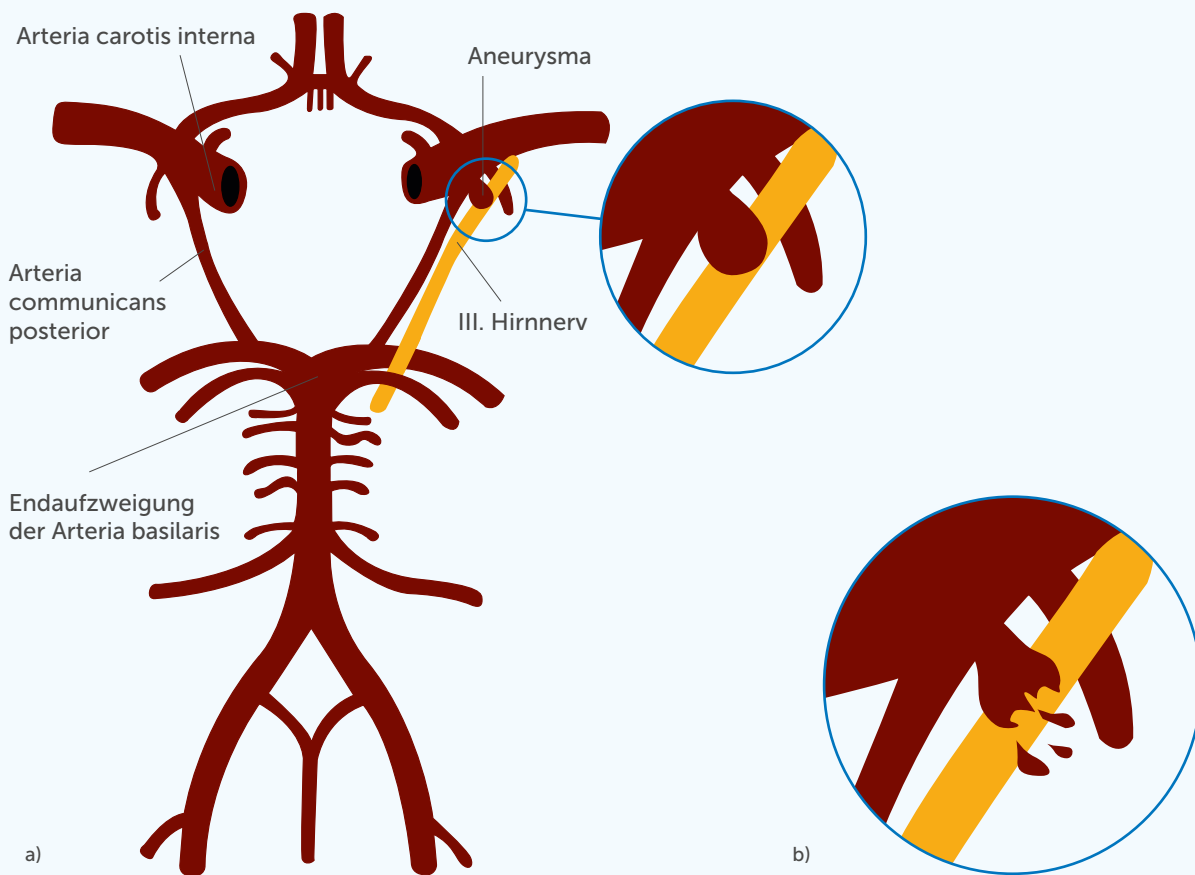


Abb. 1: Schematische Darstellung der Arterien an der Basis des Gehirns
a) Mögliche Lage eines Aneurysmas (Gefäßaussackung) im Schädelinneren
b) Schematische Darstellung eines gerissenen Aneurysmas

Maria Dahl verspürt keine Schmerzen. Es liegt weder eine Trübung des Bewusstseins noch eine Nackensteife vor. Daher scheint das Aneurysma noch nicht geplatzt zu sein und es ist auch noch nicht zu einer Einblutung in den **Liquor-Raum** (Abb. 27) gekommen. Allerdings besteht bei ihr ein erhöhtes Risiko für weitere Gefäßeinrisse, auf die dann ungehindert und mit hohem Druck eine Blutung in den **Liquor** und das umliegende Gehirngewebe folgen kann. Bereits der jetzige Zustand ist lebensgefährlich.

Die weitere Untersuchung ergibt, dass weder Auffassungsgabe noch Denk- und Sprachvermögen von Frau Dahl eingeschränkt sind. Dr. Andrzejewski kann auch eine Hirnhautentzündung ausschließen.

Der Verdacht auf das Vorliegen eines Aneurysmas muss schnellstmöglich abgeklärt werden. Frau Dahl möchte aber zunächst ausdrücklich nicht stationär in ein Krankenhaus aufgenommen werden. Daher vereinbart Dr. Andrzejewski persönlich einen Termin bei seinem Kollegen, dem niedergelassenen Radiologen Dr. Kölln. Er soll bei Maria Dahl eine spezielle Magnetresonanztomographie durchführen.

Liquor-Raum

Hohlraumssystem im und um das Gehirn und Rückenmark herum (Abb. 26). Der Liquor zirkuliert in diesen miteinander verbundenen Hohlräumen (Abb. 27).

Liquor

Klares und farbloses Filtrationsprodukt des Blutes, das in den Hirnkammern gebildet wird. Es umgibt die Räume im und um das Gehirn und Rückenmark und schützt diese als eine Art Wasserkissen.

Dieses spezielle Verfahren wird als **Magnetresonanztangiographie (MR-A)** bezeichnet und zur Darstellung von Blutgefäßen verwendet. Dr. Andrzejewski stellt eine Überweisung aus. Anhand der MR-A-Bilder soll Dr. Kölln klären, ob ein oder mehrere Aneurysmata vorliegen und wo sich diese befinden.

i Magnetresonanztangiographie (MR-A)

Die Magnetresonanztangiographie ist ein diagnostisches Verfahren zur Darstellung von Blutgefäßen. Hierdurch können beispielsweise krankhafte Gefäßausstülpungen und Verengungen der Blutgefäße in allen Körperregionen erfasst werden. Im Gegensatz zu röntgentechnischen Verfahren arbeitet die MR-A nicht mit Strahlen, sondern mithilfe von Magnetfeldern und Radiowellen.

16:45
03.08.2015

Bei Maria Dahl wird durch den niedergelassenen Radiologen Dr. Kölln ein ambulant MR-A des Schädelinnenraumes durchgeführt

Bei Frau Dahl lässt sich unproblematisch eine MR-A in technisch hoher Qualität durchführen. In der Abbildung 2 sind repräsentative Ausschnitte dieses Befundes dargestellt. Es finden sich zwei Gefäßausstülpungen. Dr. Kölln bespricht die Ergebnisse der Untersuchung mit Maria Dahl. Er erklärt ihr, dass zwei Gefäßausstülpungen von Schlagadern am Gehirn vorliegen (Abb. 3) und dass dies äußerst gefährlich ist.

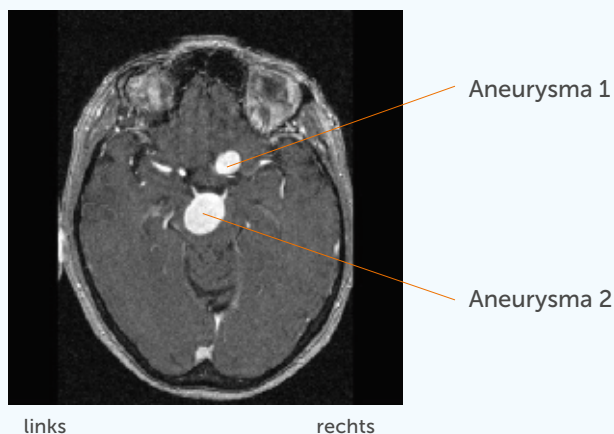


Abb. 2: Ergebnis der Magnetresonanztangiographie bei Maria Dahl
MR-A-Bild mit Darstellung zweier Aneurysmata (Gefäßausstülpungen).
Aneurysma 1 liegt über dem Kleinhirn-Zelt, Aneurysma 2 liegt unterhalb
des Kleinhirn-Zeltes (Abb. 34 a, b).

Beide Gefäßaussackungen könnten weiter reißen und dadurch plötzlich zu einer unmittelbar lebensbedrohlichen Situation führen.

Risse von Gefäßaussackungen der Hirnschlagadern können zu Blutungen an der Gehirnoberfläche und/oder ins Gehirn führen. Man spricht in diesen Fällen entweder von Einblutungen in den Liquor-Raum, also **Subarachnoidalblutungen**, oder von **intrazerebralen** Blutungen. Solche Blutungen sind immer ein lebensbedrohlicher Notfall: Sie führen häufig zu schweren Behinderungen und verlaufen nicht selten tödlich.

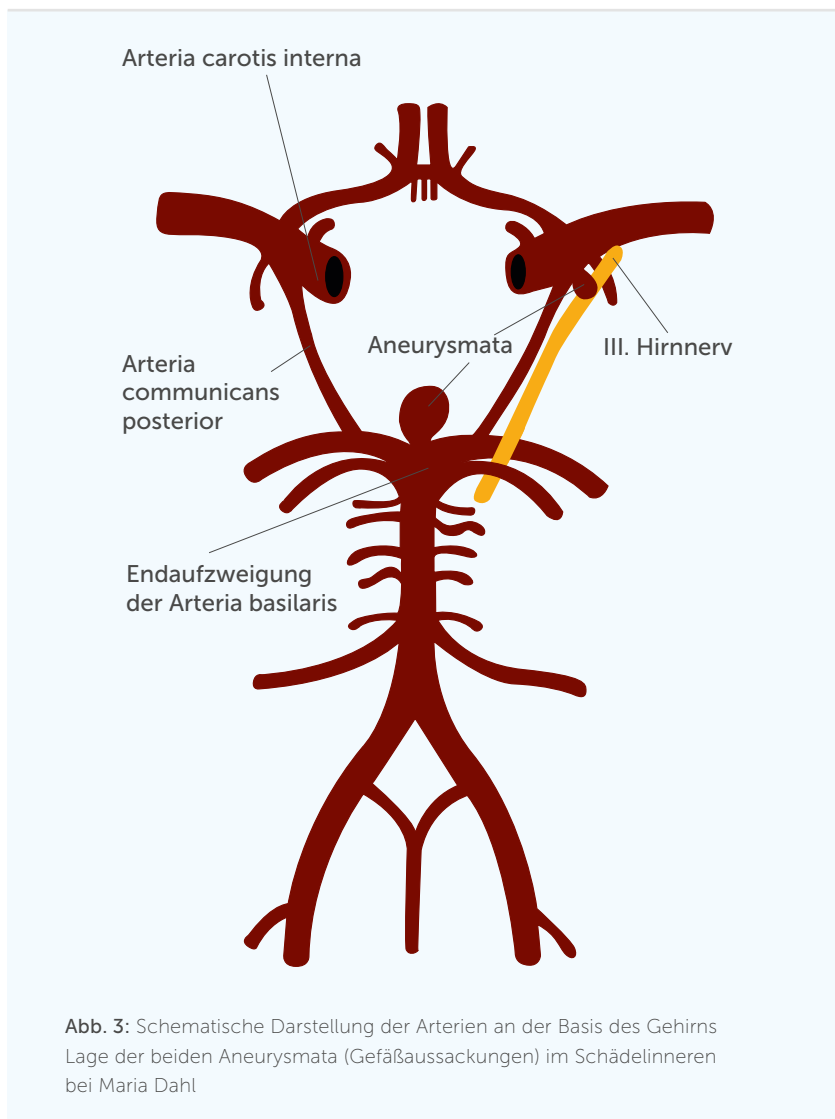
Maria Dahl erfährt außerdem, dass die Gefäßaussackungen wahrscheinlich verantwortlich für ihr hängendes rechtes Augenlid und die Schwäche des linken Armes sind. Dr. Kölln rät ihr, sich umgehend durch ein erfahrenes Ärzteteam in einem **neurovaskulären Zentrum** beraten und dringend behandeln zu lassen.

Subarachnoidalblutung

Blutung in den Liquor-Raum (Subarachnoidalraum), der zwischen Spinnwebhaut und innerer weicher Hirnhaut liegt (Abb. 25)

Intrazerebral

Innerhalb des Gehirns





Dafür ist eine stationäre Aufnahme in einem solchen Zentrum notwendig. Als weitere Untersuchung muss eine **Katheter-Angiographie** der Hirnschlagadern vorgenommen werden, damit die Ärztinnen und Ärzte ein exaktes Bild vom Aufbau der Hirnschlagader-Missbildungen erhalten. Diese Untersuchung kann nicht ambulant durchgeführt werden.

Dr. Kölln empfiehlt ihr das St. Joseph-Klinikum, das renommert in der Behandlung von Schlagader-Missbildungen im Schädelinnenraum ist. Sie sei dort in besten Händen. Am Ende des Gesprächs übergibt Dr. Kölln Maria Dahl eine CD mit allen Bildern der Untersuchung. Diese CD soll sie den Ärzten im St. Joseph-Klinikum aushändigen.

Katheter-Angiographie

Darstellung der Gehirngefäße mittels Kontrastmittel durch einen Katheter. Ein Katheter ist ein röhrenförmiges medizinisches Werkzeug, das zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken zum Beispiel in Blutgefäße eingeführt werden kann.

i Neurovaskuläres Zentrum

Medizinisches Zentrum, das auf die Diagnose, Therapie und Nachbehandlung von Aderleiden, die das Nervensystem betreffen, spezialisiert ist. Kliniken für Neurochirurgie, Neuroradiologie, Neurologie, Gefäßerkrankungen, Gefäßchirurgie, Anästhesie und Intensivmedizin, Gerinnungsphysiologie und Laboratoriumsmedizin kooperieren hier räumlich und organisatorisch eng miteinander.



**04.–05.08.
2015**

Maria Dahl nimmt sich Zeit zum Überlegen

Maria Dahl kann nach der MR-Diagnostik noch nicht erfassen, dass sie in akuter Lebensgefahr schweben soll. Innerlich sträubt sie sich noch bei dem Gedanken, sofort stationär aufgenommen zu werden. Daher äußert sie den Wunsch nach Bedenkzeit und verbringt noch zwei Tage zu Hause.

Zu viel Neues. Zu viele Fachbegriffe, obwohl sich beide Ärzte viel Zeit genommen haben, alles verständlich zu erklären. Erstmals ist sie in einer solchen Situation. Maria Dahl ist verunsichert und benötigt Zeit zum Nachdenken. Sie telefoniert nacheinander mit ihrer besten Freundin und ihrem Bruder und bittet um Rat.

Ebenso wie Dr. Kölln empfiehlt ihr Bruder das St. Joseph-Klinikum. Eine Bekannte seiner Frau sei dort erfolgreich und sehr fürsorglich behandelt worden. Besorgt rät er seiner Schwester, dort schnellstmöglich einen Termin zu vereinbaren. Über das Sekretariat der Klinik für Neurochirurgie vereinbart Maria Dahl für Donnerstag, den 6. August, eine Aufnahme auf der neurochirurgischen Allgemeinstation.



10:30
06.08.2015

**Maria Dahl stellt sich auf der
neurochirurgischen Allgemeinstation
des St. Joseph-Klinikums vor**

Zu diesem Zeitpunkt hat Dr. Kölln bereits mit dem Klinikleiter der Neurochirurgie, Professor Dr. Peter Wertheimer, Kontakt aufgenommen: Krankengeschichte und Befunde von Maria Dahl sind schon übermittelt worden. In der üblichen Sieben-Uhr-Besprechung zwischen Ärztinnen und Ärzten und Pflegenden hat Professor Wertheimer auch den Fall „Maria Dahl“ zur Aufnahme vorgestellt. Daher war das Behandlungsteam aus Ärztinnen und Ärzten und Pflegenden bereits vor Eintreffen der Patientin im Wesentlichen vorbereitet und die ausstehenden Untersuchungen konnten geplant werden.

Maria Dahl trifft gegen 10 Uhr auf Station 62 ein und wird von der erfahrenen Stationsschwester Diana Schulte freundlich empfangen. Mit ihrer herzlichen und direkten Art vermittelt Schwester Diana Frau Dahl, dass sie hier gut aufgehoben ist. Sie macht der Patientin aber auch deutlich, dass es sich bei ihrer Erkrankung um eine ernst zu nehmende Angelegenheit handelt. Die Stationsschwester macht Frau Dahl mit Dr. Roberta Froben, der heute zuständigen Stationsärztin, bekannt. Dr. Froben befindet sich in der Facharztausbildung zur Neurochirurgin. Nach einer kurzen Wartezeit beginnt sie mit dem Aufnahmegespräch.

Die Ärztin informiert sich nochmals persönlich über die Daten aus der Krankengeschichte. Danach führt Dr. Froben die körperliche Untersuchung bei Maria Dahl durch und nimmt auch Blut für die anstehenden Untersuchungen ab. Anschließend klärt sie Frau Dahl noch über eventuell erforderliche invasive Eingriffe in den Körper auf.

Sie erläutert ihr den Plan, die in der MR-A sichtbaren Gefäß-Missbildungen nach Katheter-angiographischer Abklärung in derselben Sitzung in Narkose auszuschalten. Hierzu würden durch die Adern entweder Platinspiralen oder speziell gefertigte Röhrchen an die Stelle des Aneurysmas eingebracht. Sollte dies nicht gelingen, würde mikro-neurochirurgisch operiert. Dr. Froben geht mit Maria Dahl den neurochirurgischen Aufklärungsbogen durch und vereinbart die zusätzlichen und weitergehenden Aufklärungsgespräche beim Anästhesisten und beim Neuroradiologen. Beide sind ebenfalls auf die diagnostische Abklärung sowie die interdisziplinäre Therapie dieser Schlagader-Erkrankungen spezialisiert.



In den nächsten Stunden finden diese zusätzlichen Aufklärungsgespräche statt. Maria Dahl hat schließlich alle erforderlichen Aufklärungsformulare unterzeichnet. Das interdisziplinäre Ärzteteam sichtet noch am selben Tag alle erhobenen Daten und bespricht sich. Es ergeben sich einige Bedenken gegen den Wunsch der Patientin, die beiden Aneurysmata erst am folgenden Montagmorgen, den 10. August 2015, versorgen zu lassen.

Frau Dahl wird darauf hingewiesen, dass es günstiger wäre, den Eingriff bereits am Folgetag durchzuführen. Deshalb wird ihr ein Termin für Freitag, den 7. August, angeboten. Maria Dahl soll noch am selben Tag entscheiden, wann sie den Eingriff durchführen lassen will, und dies dem Ärzteteam mitteilen.

Um nachzudenken, sucht Maria Dahl die Cafeteria im Klinikum auf. Im Hinblick auf den anstehenden Freitagstermin verspürt sie doch Bedenken.

Es kommen ihr Zweifel: „Soll ich mich überhaupt behandeln lassen? Schließlich sind die jetzigen Beschwerden doch nicht so schlimm. In den vergangenen Tagen haben sie sich auch nicht verschlechtert und waren eigentlich recht gut zu ertragen. Und überhaupt: So eine aufwendige Behandlung in Narkose an einem Freitag, gerade vor dem Wochenende? Wer würde dann gegebenenfalls am Samstag und Sonntag nach mir schauen?“

Die Erklärungen des Neuroradiologen gehen ihr durch den Kopf: „Was heißt genau, man könne in seltenen Fällen das Kontrastmittel nicht vertragen und mit einem allergischen Schock reagieren? Oder: Der Katheter könne in seltenen Fällen die Aderinnenhaut reizen und dann gerade das verursachen, was verhindert werden soll: einen Schlaganfall?!“ Sie fühlt sich hin- und hergerissen. Nach langem Überlegen ist sie entschlossen, den Eingriff erst am Montag durchführen zu lassen.

Am Donnerstagabend sind alle Vorbereitungen für die neuroradiologische und gegebenenfalls für die neurochirurgische **Intervention** am Montag abgeschlossen. Professor Wertheimer weist Maria Dahl noch einmal deutlich auf ihre lebensgefährliche Situation hin. Dennoch verlässt sie auf eigenen Wunsch das Klinikum.

Professor Wertheimer teilt ihr zuvor noch mit, sie solle sich am Sonntagnachmittag wieder auf Station 62 einfinden, damit am Montag früh alles wie geplant ablaufen könne. Für den Bedarfsfall erhält sie noch die Telefonnummer der neurochirurgischen Hotline. Bei Verschlechterung ihres Zustands soll sie sofort zurückkommen.



Intervention

Einsatz medikamentöser, apparativer bzw. chirurgischer Maßnahmen bei der Behandlung einer Erkrankung

12:00
08.08.2015

Maria Dahl ist verunsichert und ruft die Hotline der Neurochirurgie an



Am Samstag überwiegt bei Maria Dahl wieder eine quälende Unsicherheit: „Soll ich mich tatsächlich einer so weitreichenden Behandlung unterziehen? Schließlich steht doch einiges auf dem Spiel. Und wer lässt schon gern Eingriffe am Kopf machen? Da geht es doch für mich um alles! Auf keinen Fall will ich als Pflegefall enden. Gelähmt. Abhängig von anderen. Nicht selbstbestimmt zur Toilette gehen können. Das will ich nicht!“

In ihrer Unsicherheit ruft Maria Dahl mittags die Hotline der Neurochirurgie an. Glücklicherweise hat Dr. Froben, die sie schon vom Donnerstag kennt, Dienst. Ihr schüttet sie nun ihr Herz aus. Frau Dr. Froben kann Maria Dahl in einem langen und ausführlichen Telefongespräch zumindest beruhigen. Sie erklärt ihr noch einmal, wie dringlich die Behandlung ist.

Bei ihr bestünden gute Voraussetzungen: Es sei noch zu keiner Subarachnoidalblutung aus einer der beiden Gefäßaussackungen gekommen. Eine Garantie auf ein Gelingen der Behandlung könne ihr allerdings niemand geben. Frau Dr. Froben bietet Maria Dahl für einen späteren Zeitpunkt des Tages ein persönliches Gespräch an. Zudem könnte sie danach gegebenenfalls gleich auf der Station bleiben.

Doch Maria Dahl ist durch das Telefongespräch beruhigt. Sie teilt abschließend mit, dass sie, wie ursprünglich geplant, am Sonntag, den 9. August, spätnachmittags zur Wiederaufnahme kommen werde.





16:00
09.08.2015

Maria Dahl trifft auf Station 62 der Neurochirurgie des St. Joseph-Klinikums ein

Frau Dahl trifft um 16:00 Uhr zur Wiederaufnahme ein. Auf Station 62 sind ihr einige Pflegekräfte noch vom Donnerstag bekannt. Den diensthabenden Neurochirurgen, Herrn Dr. Rademacher, hatte sie am Donnerstag auch bereits wahrgenommen. Ihr wird das Zimmer 47 zugewiesen, in dem sich bereits die Patientin Aishe Gül, 42 Jahre, befindet. Frau Gül wurde drei Tage zuvor erfolgreich an der Halsbandscheibe operiert und ist praktisch wieder beschwerdefrei.

19:00
09.08.2015

Kurzes Gespräch mit Dr. Rademacher vor der Operation am nächsten Tag

Gegen 19:00 Uhr kommt Dr. Rademacher zu Maria Dahl und bestätigt ihr, dass von ärztlicher und pflegerischer Seite alles für den Eingriff vorbereitet sei. Er fragt, ob bei ihr alles in Ordnung ist, und verabschiedet sich mit guten Wünschen. Aishe und Maria haben mittlerweile Bekanntschaft geschlossen und tauschen sich angeregt über dies und das aus. Die Nachtschwester reicht Maria Dahl gegen 21:00 Uhr die vom Anästhesisten empfohlene Schlaftablette.



06:25
10.08.2015

Maria Dahl bricht auf dem Weg zur Toilette zusammen

Um 6:25 Uhr erreicht Dr. Rademacher ein Notruf. Aishe Gül hat den Alarm ausgelöst: Dr. Rademacher findet Maria Dahl vor der Toilette liegend mit Muskelzuckungen am ganzen Körper und weiteren Zeichen eines großen epileptischen Anfalls.

Frau Dahl ist nicht ansprechbar. Sie hat Schnappatmung und beidseits weite, lichtstarre Pupillen. Die Leistenpulse sind noch tastbar. Das krankenhausinterne Rettungsteam der Intensivstation ist angefordert. Währenddessen kommt es allerdings bereits zu Pulslosigkeit und Herzstillstand. Dr. Rademacher führt unverzüglich die Herz-Druck-Massage durch.

Maria Dahl wird dem eintreffenden Intensivteam mit wieder tastbarem Puls und eigenem, leidlich rhythmischen Herzschlag übergeben. Nahezu gleichzeitig wird ihr ein Venenzugang gelegt und sie wird zur künstlichen Beatmung *intubiert*.

Die notfallmäßige Sicherung der körperlichen Grundfunktionen wird fortgesetzt. Maria Dahl wird in das mittlerweile bereitstehende Intensivbett gelegt. Bei der orientierenden Prüfung zeigen sich lichtstarre Pupillen, kein **Hornhaut-**, kein **Husten-Reflex**, keine Bewegung auf Schmerzreize: Es liegt eine tiefe Bewusstlosigkeit vor.

Unter Begleitung des Anästhesisten sowie von Dr. Froben und der Intensivpflegekraft Falk Ufer wird die künstlich beatmete Patientin zur **Computertomographie (CT)** gebracht. Die Radiologie ist unmittelbar zuvor über das notfallmäßige Eintreffen informiert worden.

Intubation

Bei der Intubation wird ein Silikonrohr in die Luftröhre eingebracht. Damit wird ein sicherer Atemweg hergestellt und Patienten können so künstlich beatmet werden.

Hornhaut- und Husten-Reflex

Sie zählen zu den Hirnstamm-Reflexen (Abb. 39, 45). Aus der Prüfung dieser Reflexe kann auf die Funktionsfähigkeit der zugehörigen Hirnnerven rückgeschlossen werden.

i Computertomographie (CT)

Die Computertomographie ist ein diagnostisches Röntgenverfahren. Mit Unterstützung eines Computers wird der menschliche Körper in Querschnittbildern dargestellt. Während bei klassischen Röntgenaufnahmen nur Knochen und „röntgendichte“ Strukturen sichtbar sind, wird mit der CT auch Weichteilgewebe sichtbar gemacht. Um bestimmte Strukturen besser im CT-Bild erkennen zu können, wird bei einigen Untersuchungen zusätzlich Kontrastmittel verabreicht.

07:10
10.08.2015

CT von Maria Dahls Kopf

Im CT zeigt sich um 7:10 Uhr das, was das Ärzteteam nach dem vorausgegangenen Zusammenbruch befürchtet hat: Es ist zu einer ausgedehnten Einblutung aus mindestens einem Aneurysma in den Liquor-Raum, ins Gehirn und in die Hirnkammern gekommen.



Einblutung in
4. Hirnkammer

Abb. 4: Ergebnis der Computertomographie
Das CT-Bild zeigt eine Einblutung in den 4. Ventrikel (unterste Hirnkammer) bei Maria Dahl.

Die körperlichen Grundfunktionen wie Blutdruck, Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung und Gleichgewicht der Blutsalze werden vom Intensivteam registriert und gegebenenfalls korrigiert. Nach der CT-Diagnostik bestehen weiterhin die klinische Zeichen einer tiefsten Bewusstlosigkeit mit beidseits weiten, lichtstarrten Pupillen, fehlendem Hornhaut-Reflex der Augen sowie fehlendem Würge- und Husten-Reflex. Ernste klinische Zeichen.

Professor Wertheimer ist sofort über den Vorfall informiert worden. Er kümmert sich mit dem interdisziplinären Ärzte- und Pflorgeteam um die optimale Behandlung von Frau Dahl unter diesen neuen Notfallbedingungen.

Eine Katheter-Behandlung der Aneurysmata in der Röntgenabteilung ist nun nicht mehr durchführbar. Hierfür müssten stabile Bedingungen herrschen. Diese sind aktuell nicht ansatzweise gegeben. Vor allem aber muss der als Folge der Einblutung entstandene krankhaft erhöhte **Schädelinnendruck (ICP)** behandelt und gesenkt werden.

Maria Dahls Gehirn hat auf die Druckveränderungen mit einer deutlichen Schwellung reagiert. Das Herz schlägt langsam, der Blutdruck ist hoch. Gelingt es nicht, den Schädelinnendruck zu senken, ist die Durchblutung des Gehirns lebensbedrohlich gefährdet und das Gehirn nimmt unwiederbringlich Schaden.

Aufgrund des lebensbedrohlichen Zustands der Patientin begleitet Professor Wertheimer diese persönlich vom CT-Raum in den Operationssaal. Somit vergeht an keiner der Schaltstellen unnötig Zeit. Professor Wertheimer legt selbst die Liquor-Außenableitung an: Über ein kleines Bohrloch des Schädels wird ein dünner Silikon-Katheter in einen der Seitenventrikel eingebracht. Bei den Seitenventrikeln handelt es sich um nervenwasser-gefüllte Hohlräume im Gehirn (Abb. 26).

Schädelinnendruck (ICP)

Druck, der innerhalb des Schädels im Gehirn und im Liquor-Raum vorhanden ist (intrakranieller Druck). Der normale Schädelinnendruck liegt in der Regel unter 15 mmHg. Im medizinischen Alltag wird die sich aus dem Englischen ableitende Abkürzung ICP für „intracranial pressure“ verwendet.



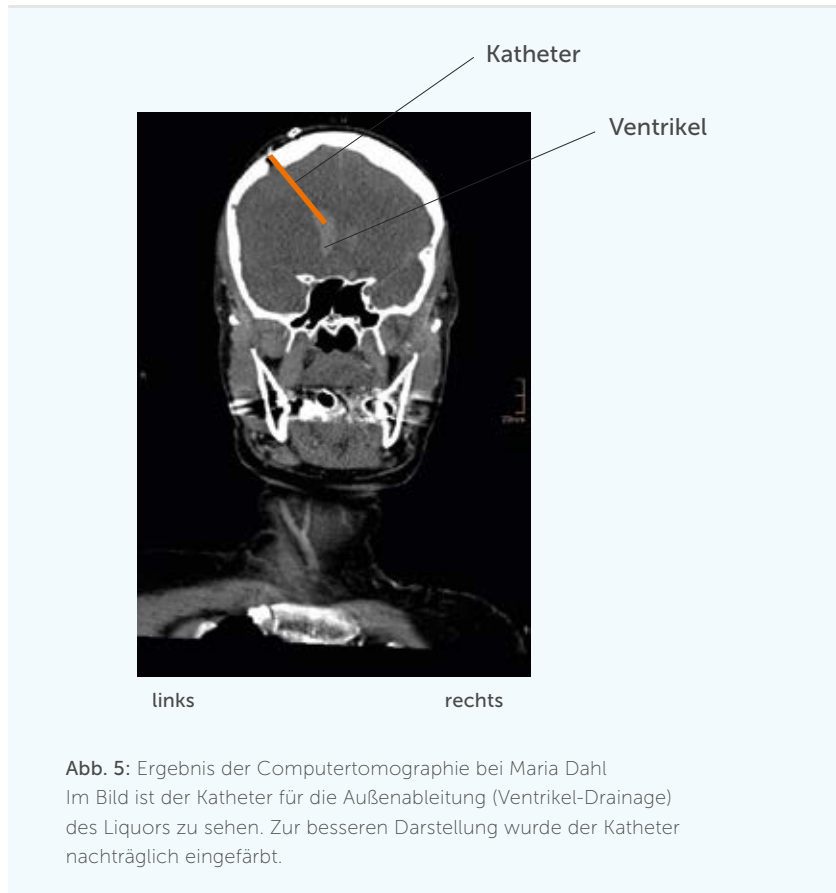


Abb. 5: Ergebnis der Computertomographie bei Maria Dahl
Im Bild ist der Katheter für die Außenableitung (Ventrikel-Drainage) des Liquors zu sehen. Zur besseren Darstellung wurde der Katheter nachträglich eingefärbt.

Auf diese Weise kann dann Liquor, der in diesem Fall mit viel Blut angereichert ist, nach außen abgelassen werden. Unter günstigen Begleitbedingungen sinkt danach der Druck im Schädelinneren, im Idealfall auf Normalwerte unter 15 **mmHg**, sodass das Gehirn wieder besser durchblutet wird. Während dieser Operation wird Maria Dahl zusätzlich ein Katheter zur Messung des Schädelinnendrucks eingesetzt. Die Messung ergibt einen Schädelinnendruck (ICP) von 50 mmHg bei einem **mittleren arteriellen Blutdruck (MAP)** des Körpers von knapp 80 mmHg. Es bleibt also in der Differenz nur ein Druck von 30 mmHg, mit dem das Gehirn durchblutet wird: Das ist auf Dauer lebensbedrohlich. Normal wäre ein **Hirndurchblutungsdruck (CPP)** von 50 bis 70 mmHg (Abb. 8).

i mmHg

Abkürzung für „Millimeter Quecksilbersäule“. Diese Maßeinheit wird in der Medizin zum Beispiel beim Blutdruckmessen zugrunde gelegt. Früher wurde zur Druckmessung ein mit Quecksilber befülltes Glasrohr verwendet. Durch den jeweils herrschenden Druck wurde die Quecksilbersäule um eine bestimmte Anzahl von Millimetern verschoben, was auf einer Skala abgelesen werden konnte.

Mittlerer arterieller Blutdruck (MAP)

Hierunter versteht man den durchschnittlichen, das heißt den unabhängig von den systolischen und diastolischen Schwankungen im Gefäßsystem herrschenden Mittelwert des Blutdrucks.

Hirndurchblutungsdruck (CPP)

Derjenige Druck, mit dem das Gehirngewebe durchblutet wird. Er wird berechnet und lässt sich näherungsweise wie folgt ermitteln: $CPP \cong MAP - ICP$. Im medizinischen Alltag wird die sich aus dem Englischen ableitende Abkürzung CCP für „cerebral perfusion pressure“ verwendet.

Der Hirndurchblutungsdruck (CPP) von 30 mmHg deutet auf eine Mangel-durchblutung des Gehirns von Maria Dahl hin. Ihre Pupillen sind unverändert beidseits weit und lichtstarr. Zu diesem Zeitpunkt wird befürchtet, dass Maria Dahl wahrscheinlich nicht mehr zu retten ist: Der sehr hohe Schädelinnendruck wird vermutlich weiter ansteigen und die hirneigene Durchblutung zum Erliegen bringen. Durch die Blutung und Schwellung hat sich das Gehirn räumlich ausgedehnt: Die liquorgefüllten Reserveräume (Abb. 26, 27) im Schädelinneren sind aufgebraucht. Das Ableiten eines Teils des Liquors konnte den Schädelinnendruck nicht nachhaltig senken. Die Hirnschwellung nimmt weiter zu. Daher bleiben die Funktionen des III. und weiterer Hirnnerven aus, was sich unter anderem an den durchgehend weiten Pupillen und dem fehlenden Hornhaut-Reflex zeigt. Dieser Zustand hält nunmehr seit anderthalb Stunden an. Der weiterhin fehlende Husten-Reflex ist unter Narkose-Bedingungen nicht hinreichend sicher als tatsächlicher Funktionsausfall zu deuten. Diese Sachlage und deren zeitliche Dauer legen die Vermutung nahe, dass sich bei Frau Dahl ein **unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)** entwickeln wird.

Auch wenn aktuell noch die Wirkung von Narkosemitteln zu unterstellen ist, wird ein solcher Zustand unter ähnlichen Umständen nur selten überlebt. Zusammen mit einem erfahrenen Anästhesisten unternimmt Professor Wertheimer systematische konservative Behandlungsversuche im Operationssaal: Verschiedene Medikamente (**Barbiturate, Propofol, Mannitol**) und die kontrollierte Verringerung der Kohlensäure-Spannung im arteriellen Blut über die Beatmung werden eingesetzt, um den Schädelinnendruck zu senken und eine Verbesserung von Maria Dahls Zustand herbeizuführen. Doch die Resultate all dieser Behandlungsversuche zeigen den erfahrenen Ärztinnen und Ärzten ohne Zweifel, dass der aktuelle Gehirnstoffwechsel bei Frau Dahl entgleist ist und sich kaum noch regeln lässt. Der Hirndurchblutungsdruck ist mit keiner bekannten Maßnahme zu begünstigen. Er fällt sogar ab.

Die biologischen Grenzen scheinen in jeder Hinsicht erreicht. Professor Wertheimer sieht daher keinerlei Möglichkeit, unter diesen Bedingungen die beiden Gefäßaussackungen mikro-neurochirurgisch anzugehen. Erfahrungsgemäß lässt die Gehirnschwellung ein übersichtliches Arbeiten in der Mitte des Schädelinnenraumes nicht zu. Als weitere Möglichkeit überdenkt Professor Wertheimer eine allgemeine Entlastungs-Operation: Hierbei würde ein etwa handtellergroßes Schädelstück entfernt werden, um das Gehirn aus der knöchernen Schädelkapsel, die der Gehirnschwellung nicht nachgeben kann, zu befreien. Aber die Entfernung einer Schädelhälfte würde vermutlich in dieser fortgeschrittenen Situation dazu führen, dass das Gehirn sofort „wie ein Schwamm“ in die Eröffnungsstelle quellen würde.

Unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Der unumkehrbare (irreversible) Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist definiert als endgültiger, nicht behebbarer, vollständiger, zweifelsfreier Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms (Abb. 28).

Damit würde sich auch seitlich, am Rand der Schädelöffnung, der Rückstrom des venösen Blutes verschlechtern und die Gehirnschwellung weiter zunehmen. Nach Durchdenken aller weiteren Behandlungsansätze hinsichtlich der Möglichkeiten und Konsequenzen sowie unter Einbeziehung von jahrelangen Erfahrungen bei ähnlichen Fällen wird Maria Dahls Schädel nicht eröffnet. Sie wird in Begleitung des Behandlungsteams zur kontrollierten Beobachtung aus dem Operationssaal auf die operative Intensivstation verlegt.

Unmittelbar nach dem Eingriff lässt sich der klinische Zustand von Maria Dahl aufgrund der Restwirkung der Narkosemittel und weiterer Medikamente noch nicht zweifelsfrei einschätzen. Der Einfluss von bewusstseinsdämpfenden Medikamenten ist daher unbedingt bei weiteren Untersuchungen zu berücksichtigen. Mittlerer arterieller Blutdruck, Schädelinnendruck und Hirndurchblutungsdruck werden kontinuierlich aufgezeichnet. Trotz aller Maßnahmen zeigt sich eine abnehmende Gehirndurchblutung und der Hirndurchblutungsdruck strebt gegen 0 mmHg.

i Barbiturate

Arzneimittel mit beruhigender, schläfrig machender, betäubender und stoffwechselseenkender Wirkung

Propofol

Narkosemittel

Mannitol

Substanz, die Wasser aus dem umliegenden Gewebe zieht und dadurch dessen Volumen verringert. Auf diese Weise können kurzfristig ein Abschwellen von Gehirngewebe und eine Senkung des Schädelinnendrucks erzielt werden.



16:15, 19:10
10.08.2015

Durchführung einer transkraniellen Doppler-Sonographie

Noch am selben Tag wird zur Verlaufskontrolle um 16:15 Uhr sowie am Abend um 19:10 Uhr das Fließmuster der Hirnschlagadern mittels eines speziellen Ultraschall-Dopplerverfahrens gemessen: der **i**transkraniellen Doppler-Sonographie.

i Transkranielle Doppler-Sonographie

Die Doppler-Sonographie ermöglicht unter anderem die Bestimmung von Blutfluss-Geschwindigkeiten und Blutfluss-Richtungen. Bei der transkraniellen Doppler-Sonographie werden durch den Schädel hindurch Arterien des Gehirns angeschallt und bildlich dargestellt. So können die Struktur der Gefäßwände und die Fließeigenschaft des Blutes im Gehirn untersucht werden.

Die Auswertung ergibt, dass in allen hirnersorgenden Arterien, die sich mit der Doppler-Sonographie durch den Schädel hindurch (transkraniell) darstellen lassen, kein Blut mehr zur Gehirnersorgung fließt (sogenanntes Pendelfluss-Muster). Allerdings lassen sich einige Arterien, die mittig im Gehirn liegen, aufgrund der raumfordernden Blutung aus dem Aneurysma nicht zweifelsfrei darstellen. Das Dopplerverfahren liefert in diesem konkreten Fall kein eindeutiges Ergebnis.

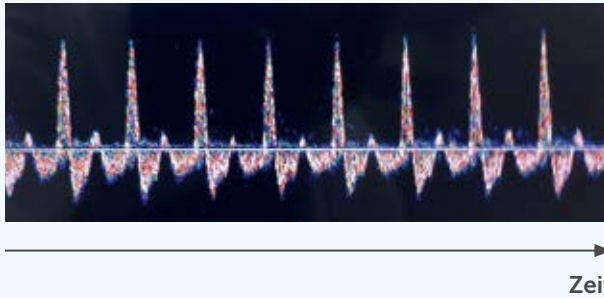


Abb. 6: Ergebnis der Doppler-Sonographie bei Maria Dahl
Das Bild zeigt den typischen Pendelfluss, der charakteristisch für einen Stillstand der Gehirndurchblutung ist. Der Abtrag nach unten auf der y-Achse zeigt einen Fluss von der Sonde weg; der Abtrag nach oben – einen Fluss auf die Sonde zu.

Im Anschluss an die Doppler-Sonographie wird in einer interdisziplinären Besprechung der Zustand von Maria Dahl noch einmal zusammenfassend dargestellt:

- Schwere, lebensbedrohliche Subarachnoidalblutung aus mindestens einem der beiden hirnarteriellen Aneurysmata
- Die Auswertung der Doppler-Sonographie legt nahe, dass ein Stillstand der Gehirndurchblutung (zerebraler Zirkulationsstillstand) oder dessen Vorstufe vorliegt. Alle Anstrengungen, den Zustand von Maria Dahl zu verbessern, sind bisher gescheitert.
- Beide Pupillen sind seit nunmehr über neun Stunden übermittelweit und reagieren nicht auf Lichteinfall.
- Der Hornhaut-Reflex bleibt erloschen.
- Beim routinemäßigen Absaugen des Bronchial-Schleims aus der Luftröhre kommt es zu keiner Zeit zu einem Husten-Reflex.

Damit deuten wesentliche klinische Zeichen darauf hin, dass der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bei künstlich aufrechterhaltener Herz-Kreislauf-Funktion entweder unmittelbar bevorsteht oder bereits eingetreten ist. Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht zweifelsfrei festgestellt werden, weil sich Frau Dahl noch in einem narkoseähnlichen Zustand befindet. Dieser muss erst abklingen, um eine zweifelsfreie Feststellung treffen zu können.



17:00
10.08.2015

Beschluss, am nächsten Tag die Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) einzuleiten, und daher Absetzen aller bewusstseinsdämpfenden Medikamente

Es wird beschlossen, die **i** **Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik)** einzuleiten. Hierzu ist es notwendig, alle das Bewusstsein dämpfenden Medikamente abzusetzen. Dies erfolgt am selben Tag gegen 17:00 Uhr.

i Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik): Qualifikation der untersuchenden Ärztinnen und Ärzte

Die zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) erforderlichen Untersuchungen müssen von zwei Fachärztinnen bzw. Fachärzten unabhängig voneinander durchgeführt werden. Beide Untersucher müssen über eine mehrjährige Erfahrung in der Intensivbehandlung von Patienten mit akuten schweren Gehirnschädigungen verfügen. Eine oder einer von ihnen muss Facharzt für Neurochirurgie oder Neurologie sein. Bei Patienten bis zum vollendeten 14. Lebensjahr muss eine oder einer der Ärzte Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin sein oder über eine Spezialisierung in der Kinder- und Jugendneurologie verfügen. Bei der Untersuchung müssen sich die Fachärztinnen bzw. Fachärzte verpflichtend an die aktuelle Fortschreibung der Richtlinie der Bundesärztekammer halten und über die dort geforderte Qualifikation verfügen (siehe S. 79).

18:00
10.08.2015

Aufklärungsgespräch mit Maria Dahls Bruder über den Zustand der Schwester und die nächsten Maßnahmen

Gegen 18:00 Uhr ist Maria Dahls Bruder in der Klinik angekommen. Professor Wertheimer klärt ihn persönlich über den Zustand seiner Schwester auf und erläutert das geplante Vorgehen.

Nach diesem Gespräch wendet sich Professor Wertheimer an die Leiter der Institute für Nuklearmedizin und für Radiologie des St. Joseph-Klinikums. Er bespricht mit ihnen die mögliche Durchführung verschiedener apparatemedizinischer Zusatzuntersuchungen für die anstehende Diagnostik am Folgetag.

Bei Maria Dahl besteht eine primär **infratentorielle** oder eine kombiniert **supra- und infratentorielle** Gehirnschädigung. Das MR-A hat zwei Gefäßaussackungen (Aneurysmata) gezeigt, die räumlich in verschiedenen Regionen liegen. Welches der beiden Aneurysmata geplatzt ist, konnte anhand des CT nicht abgeklärt werden.

Infratentoriell/Supratentoriell

Infratentoriell und supratentoriell sind Lagebezeichnungen, die die räumliche Position der Hirnstrukturen im Schädel angeben (Abb. 34 a). Infratentoriell wird zur Bezeichnung von Strukturen verwendet, die unterhalb des Kleinhirnzelteltes liegen. Supratentoriell wird zur Bezeichnung von Strukturen verwendet, die oberhalb des Kleinhirnzelteltes liegen.



In einer solchen Situation wird so gehandelt, als läge eine primär infratentorielle Schädigung vor. Die Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) kann in derartigen Sondersituationen nicht allein anhand einer Wiederholungsuntersuchung nach definierter Wartezeit festgestellt werden. Es muss zwingend eine apparatemedizinische Zusatzuntersuchung (Abb. 46) durchgeführt werden. Damit werden auch Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen Gehirnschädigungen ausgeschlossen.

08:45
11.08.2015

**Beginn Diagnostik unumkehrbarer
Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) durch Professor
Wertheimer und Dr. Körner**

Bei Maria Dahl wird überprüft, ob der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) vorliegt.

Das Verfahren besteht aus drei Stufen (Abb. 7):

1. Prüfung, ob die Voraussetzungen für die Feststellung des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen vorliegen
2. Feststellung der klinischen Symptome des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen
3. Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen

Grundsätzlich gilt, dass der jeweils nächste Schritt erst dann durchgeführt werden darf, wenn der vorherige abgeschlossen ist.



Durch diese Diagnostik lässt sich nur feststellen, OB der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) vorliegt, niemals aber WANN er exakt eingetreten ist.

Schon am Vortag hat Professor Wertheimer mit dem leitenden Oberarzt der Intensivstation, Dr. Matthias Körner (Facharzt für Anästhesie), besprochen, nach der morgendlichen Visite das gängige Verfahren zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bei Maria Dahl durchzuführen. Beide Ärzte verfügen über die erforderliche Qualifikation (siehe S. 79 f.) zur Durchführung dieser Diagnostik.

Um die Diagnostik ungestört und mit ausreichend Ruhe durchführen zu können, haben Professor Wertheimer und Dr. Körner ihre jeweils unmittelbar nachgeordneten Mitarbeiter gebeten, die üblichen Tagesroutinen für sie während der nächsten Stunden zu übernehmen.

Dr. Körner hat bereits die vorgeschriebenen, zweiseitigen Protokollbögen in zweifacher Ausfertigung ausgedruckt. Beide Fachärzte beschriften jeweils ihren eigenen Bogen leserlich, exakt und sorgsam. Die Nummerierungen der Seiten und Bögen müssen korrekt sein sowie die einzutragenden Patientendaten auf allen Bögen und auf jeder Seite. Dann wenden sich beide Untersucher der erfahrenen Intensivpflegekraft Falk Ufer zu. Er hat Frau Dahl bereits in der Frühschicht am Vortag betreut und ist auch an diesem Morgen zuständig. Falk Ufer ist von beiden Ärzten informiert worden, dass ab etwa 8:45 Uhr mit der Diagnostik begonnen werden soll. Dieses Verfahren ist auf der Intensivstation gut etabliert und Falk Ufer assistiert hierbei seit Jahren. Daher hat er bereits die üblichen Vorbereitungen für den Untersuchungsvorgang zusammengetragen, wie etwa Handschuhe, Watteträger auf einem Holzstäbchen, Eiswasser, eine Instrumentenschale, eine 100-ml-Spritze, eine Taschenlampe.

Professor Wertheimer und Dr. Körner gehen bei den Untersuchungen zwar gemeinsam vor. Das Ergebnis der von beiden Fachärzten unabhängig voneinander persönlich durchgeführten Untersuchung ist aber durch jeden der beiden Ärzte eigenverantwortlich festzustellen und dem jeweils eigenen Protokollbogen zu dokumentieren: Professor Wertheimer protokolliert auf Bogen 1, Dr. Körner auf Bogen 2.

Gemäß dem dreiteiligen Untersuchungsverfahren muss zunächst geprüft werden, ob die Voraussetzungen gegeben sind, um eine Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) durchzuführen. Danach müssen alle klinischen Befunde, auch wenn sie bereits zuvor erhoben wurden, erneut durch eine Untersuchung bestätigt werden.

Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) ab Beginn des dritten Lebensjahres

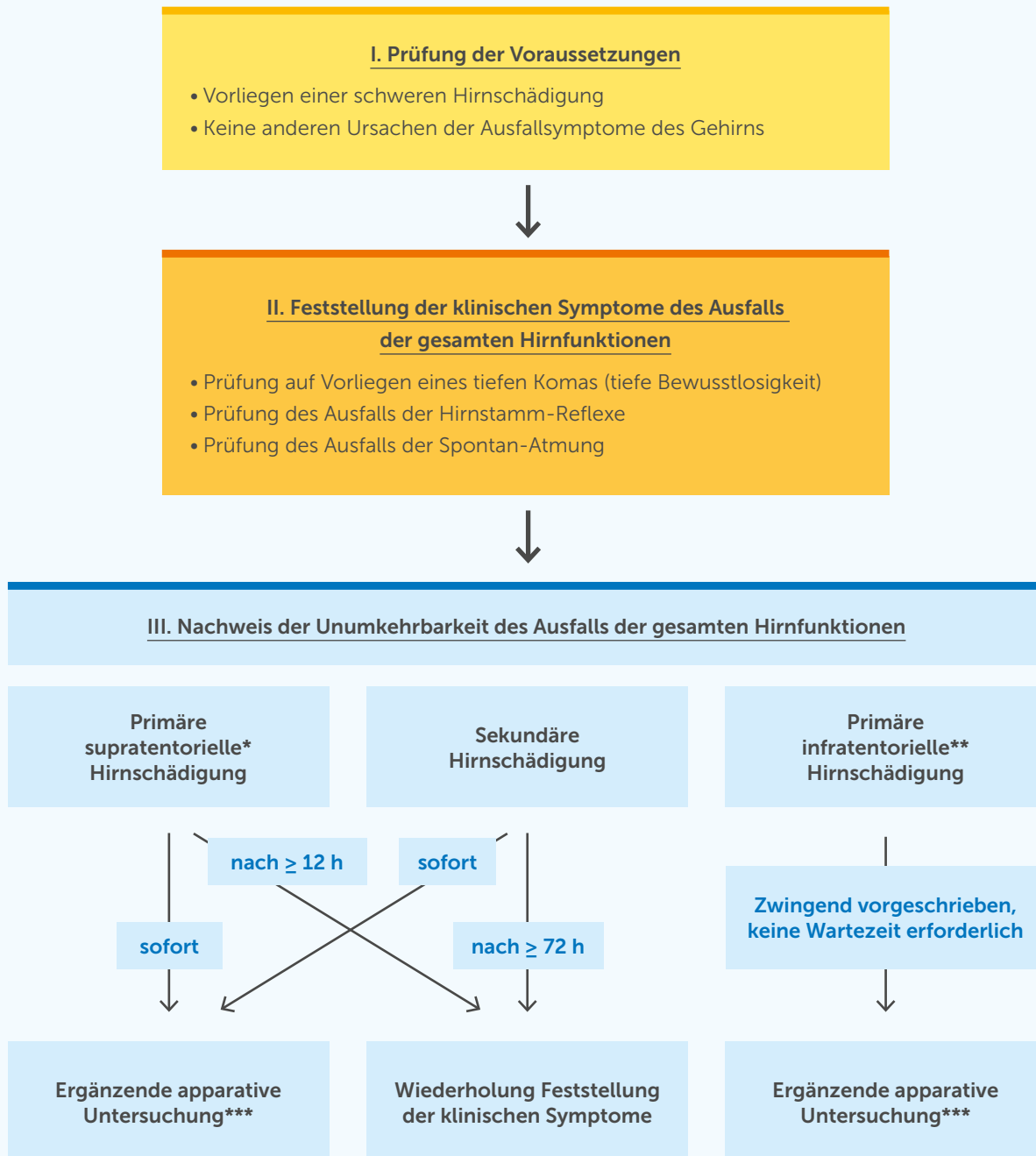


Abb. 7: Die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen erfolgt in einem dreistufigen Verfahren. Schema verändert nach: Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG, Vierte Fortschreibung, 2015, S. 21.

* Primäre supratentorielle Schädigungen betreffen das Großhirn und das Zwischenhirn.

** Primäre infratentorielle Schädigungen betreffen das Kleinhirn und den Hirnstamm.

*** Apparative Untersuchungen siehe Abb. 46.

08:55
11.08.2015

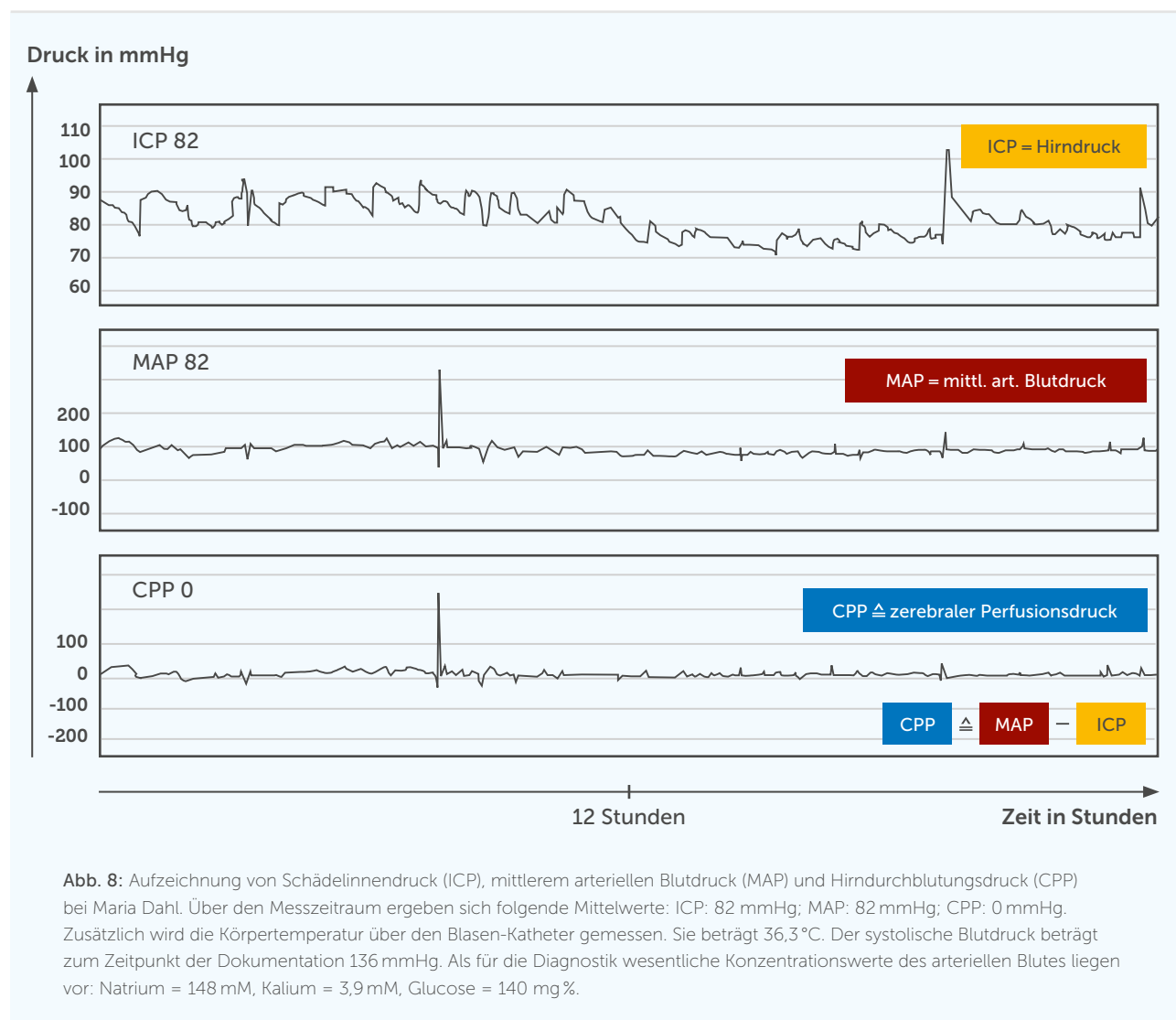
Diagnostik: I. Prüfung der Voraussetzungen für die Durchführung der Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) – Professor Wertheimer, Dr. Körner und Intensivpfleger Falk Ufer analysieren die Aufzeichnungen der medizinischen Daten von Maria Dahl

Zusammen mit Falk Ufer werden die vorliegenden Intensivkurven nochmals analysiert und auch die Übergabedokumente der Pflegekräfte gesichtet. Insbesondere das Absetzen der bewusstseinsdämpfenden Medikamente wird nochmals geprüft. Entsprechend der Vorgabe von 17:00 Uhr am Vortag ist in der Nachtschicht tatsächlich keine Gabe solcher Medikamente erfolgt. Am Dienstag, 11. August 2015, um 8:55 Uhr liegt keinerlei Medikamenteneinfluss auf die Bewusstseins- und Reflexlage mehr vor.



Seit der Notoperation wurden der mittlere arterielle Blutdruck (MAP), der Schädelinnendruck (ICP) und der sich daraus in der Differenz ableitbare Hirndurchblutungsdruck (CPP) aufgezeichnet. Der Ausdruck dieser Aufzeichnungen von Frau Dahl dokumentiert, dass spätestens seit dem Nachmittag zuvor der Schädelinnendruck gleich dem mittleren arteriellen Blutdruck ist. Damit legen die Messwerte nahe, dass das Gehirn während des letzten halben Tages nicht mehr durchblutet worden ist. Über den Messzeitraum ergibt sich ein lokaler Hirnblutdruck um 0 mmHg. Aktuell betragen die angezeigten Messwerte für den mittleren arteriellen Blutdruck = 82 mmHg und für den Schädelinnendruck = 82 mmHg (Abb. 8).

Zusammenfassend ist eine Wirkung von unbekannten Medikamenten und Giften als Ursache für den Zustand von Frau Dahl ausgeschlossen – dies unter anderem auch deshalb, weil die Patientin in ihren Gehirnfunktionen bis zu ihrem Zusammenbruch vom Vortag um 6:25 Uhr unbeeinträchtigt war. Irgendeine Restwirkung muskellähmender Medikamente liegt nicht vor. Die Blutsalze sind normal. Eine erhöhte Blutzucker-Konzentration besteht nicht.



11.08.2015

**PROTOKOLLBogen ZUR FESTSTELLUNG DES IRREVERSIBLEN HIRNFUNKTIONSAUSFALLS
AB BEGINN DES DRITTEN LEBENSJAHRES** 1/2

Protokollbogen-Nr. ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Patient Name Dahl Vorname Maria geb. 10.03.1952 Alter 63 J

Klinik St. Joseph-Klinikum

Untersucher Name Prof. Dr. Wertheimer Vorname Peter

Facharztbezeichnung Facharzt für Neurochirurgie

Richtliniengemäße Qualifikation erfüllt ja ☒

(bitte in Druckschrift ausfüllen)

1 VORAUSSETZUNGEN

Diagnose Schwere SAB aus schädelbasisnahen Hirnarterienaneurysma

Primäre Hirnschädigung ☒ supratentoriell ☒ infratentoriell ☒

Sekundäre Hirnschädigung ☐ nein

Zeitpunkt des Unfalls/Krankheitsbeginns akut 10.08.2015, 6.25h Vorbeten ab 03.08.2015

Als Ursache der aktuellen und unten protokollierten Untersuchungsbefunde sind ausgeschlossen

Intoxikation	ja ☒
Dämpfende Medikamente	ja ☒
Relaxation	ja ☒
Primäre/therapeutische Hypothermie	ja ☒
Metabolisches oder endokrines Koma	ja ☒
Kreislaufchock	ja ☒

Systolischer Blutdruck 136 mmHg

Temperatur 36,3 °C

Abb. 9: Protokollbogen zur Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls
Ausgefüllter Protokollbogen von Professor Wertheimer zu „1. Voraussetzungen“

09:00
11.08.2015

Diagnostik: II. Feststellung der klinischen Symptome des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) – Prüfung auf Vorliegen eines tiefen Komats (tiefe Bewusstlosigkeit)

Um 9:00 Uhr beginnen Professor Wertheimer und Dr. Körner gemeinsam mit dem Untersuchungsgang. Die Untersuchungsergebnisse beurteilen beide jedoch unabhängig voneinander, um Fehlbeurteilungen auszuschließen. Zunächst wird also nochmals der Zustand der mittlerweile seit über 26 Stunden bestehenden Bewusstlosigkeit (**Koma**) formal überprüft.

Die Untersucher sprechen Frau Dahl im ersten Schritt laut mit einfachen Aufforderungen an: „Drücken Sie die Hand!“ „Lassen Sie los!“ „Drücken Sie die Hand!“ „Öffnen Sie die Augen!“ „Strecken Sie die Zunge heraus!“

Es lassen sich aber keinerlei bewusste oder unbewusste Reaktionen erkennen. Zusätzlich wird beobachtet, ob Reaktionen wie Änderungen von Herzfrequenz, Blutdruck, Atmung oder eventuell Schwitzen vorliegen. Es gibt keinerlei Anzeichen dafür, dass Frau Dahl durch äußere Reize beeinflussbar ist. Die akustischen Aufforderungen werden nun durch beidseitiges Berühren des Körpers verstärkt. Trotz Reiben an Schulter, Brustbein und im Gesicht bleibt Frau Dahl nicht erweckbar. Nun wird die Erweckbarkeit durch noch stärkere Reize geprüft: Es werden Schmerzreize beidseits nicht nur am Körper, sondern auch beidseits im Gesichtsbereich gesetzt. Dies ist nötig, denn beispielsweise bei einer hohen Querschnittlähmung könnte das Bewusstsein durchaus auch ungetrübt erhalten sein, aber die Schmerzempfindung wäre etwa vom Hals abwärts erloschen.

Um dies zu prüfen, wird auf beiden Seiten ein Druck am inneren Augwinkel ausgeübt und dann die Nasenscheidewand an beiden Seiten gereizt. All dies zeigt keine Wirkung bei Maria Dahl. Es ändert sich nichts an der Herzfrequenz, kein reflektorisches Grimassieren – vom Befolgen einfachster Aufforderungen, die immer wieder begleitend ausgesprochen werden, ganz zu schweigen.

Es besteht also für beide Untersucher nicht der geringste Zweifel: Frau Dahl ist nicht erweckbar, auch nicht auf derbe im Gesichtsbereich verabreichte Schmerzreize. Sie hat keinerlei Schmerzempfinden. Es liegt also ein tiefstes Koma vor.

Koma

Die Bezeichnungen „Koma“ und „Bewusstlosigkeit“ sind bedeutungsgleich. Im Gegensatz zum Schlaf ist man aus einer Bewusstlosigkeit nicht erweckbar. Man unterscheidet verschiedene Tiefgrade des Komas: Im oberflächlichen Koma können reflektorische Bewegungen und auch der Atemantrieb noch erhalten sein. In wechselnder Ausprägung erlöschen mit zunehmender Komatiefe die Hirnstamm-Reflexe. Im tiefsten Koma-Stadium sind alle Hirnstamm-Reflexe erloschen.



Hinweise zu den Abbildungen 10–16 (Prüfung auf Ausfall der Hirnstamm-Reflexe)

Bei der Durchführung der Tests auf Ausfall der Hirnstamm-Reflexe wird Maria Dahl künstlich beatmet, sie ist intubiert. Für diese Abbildungen wurde auf die Darstellung des Beatmungs-Tubus verzichtet, um den Fokus auf den Vergleich von intaktem und ausgefallenem Reflex zu legen. Bei Prüfung des Pupillen-Reflexes, des Hornhaut-Reflexes und des okulo-zephalen Reflexes ist es erforderlich, dass die Augenlider von einem der beiden Untersucher hochgehalten werden, um gegebenenfalls die Reaktion der Pupillen bzw. der Augäpfel und der Augenlider beobachten zu können. Für die zugehörigen Abbildungen wurde auf eine Darstellung der Hände der Untersucher verzichtet.

09:05
11.08.2015

Diagnostik: II. Feststellung der klinischen Symptome des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) – Prüfung des Ausfalls der Hirnstamm-Reflexe

Als Nächstes werden die **Hirnstamm-Reflexe** untersucht. Dr. Körner hebt die Augenlider von Maria Dahl: Die Grundfeuchte der Augenschleimhäute ist deutlich herabgesetzt. Beide Pupillen sind weit und leicht entrundet: links 8 Millimeter im Durchmesser, rechts 9 Millimeter. Beide Pupillen verengen sich nicht auf Beleuchten mit der Taschenlampe durch Professor Wertheimer, weder wenn der Strahl mittig noch seitlich einfällt. Die beidseits weiten Pupillen reagieren nicht auf Licht. Also: Der Pupillen-Reflex lässt sich nicht auslösen.

Dr. Körner hält weiterhin die Augenlider von Maria Dahl angehoben, sodass Professor Wertheimer behutsam die Augenhornhaut seitlich mit einem Wattetupfer berühren kann. Es erfolgt keinerlei Muskel-Reflex zum Schließen der Augenlider, wie das aus dem Alltag bekannt ist, wenn sich etwa ein Insekt nähert. Also: Der Hornhaut-Reflex (Korneal-Reflex) lässt sich nicht auslösen.

Hirnstamm-Reflexe

Bei bewusstlosen Patienten können dann Reflexe am Kopf ausgelöst werden, wenn der Hirnstamm, die Hirnnerven und die entsprechenden Schaltstrukturen noch funktionsfähig sind. Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) eingetreten, sind diese Reflexe erloschen und nicht mehr auslösbar.



Abb. 10: Schematische Darstellung zur Prüfung des Pupillen-Reflexes

Bei intaktem Reflex verengt sich die Pupille bei Lichteinfall (links). Bei Maria Dahl bleibt die Pupille starr und mittelweit (rechts).



Abb. 11: Schematische Darstellung zur Prüfung des Hornhaut-Reflexes

Bei intaktem Reflex schließt sich das Auge bei Berührung der Augenhornhaut (links). Bei Maria Dahl ist nach Berührung der Augenhornhaut mit einem Wattetupfer keine Reaktion zu beobachten (rechts).

Bei Frau Dahl ist eine Verletzung der Halswirbelsäule ausgeschlossen, daher kann die Untersuchung des okulo-zephalen Reflexes durchgeführt werden. Die Ärzte bewegen bei hochgehaltenen Lidern den Kopf ruckartig nach rechts und nach links und führen auch eine Art Nickbewegung von oben nach unten und zurück durch.

Bei Maria Dahl bleiben die Augäpfel vollständig regungslos in der Mitte der Augenhöhle stehen (Puppenkopf-Phänomen). Bei bewusstlosen Patientinnen und Patienten mit intakter Hirnstamm-Funktion würde jede dieser Kopfbewegungen einen okulo-zephalen Reflex mit einer ausgleichenden Augenbewegung auslösen (Rückstell-Reflex): Bei einer Drehung des Kopfes nach rechts drehen sich die Augen nach links und bei einer Kopfbewegung nach unten drehen sich die Augen nach oben. Maria Dahl zeigt keinerlei Rückstell-Reflexe. Also: Der okulo-zephale Reflex lässt sich nicht auslösen.



Es ist zwar in der Richtlinie und damit auch nicht im Protokoll vorgeschrieben, aber dennoch überzeugen sich die beiden Untersucher zusätzlich von dem Fehlen zweier weiterer Hirnstamm-Reflexe, da dies einfach durchführbar ist: Falk Ufer hat 4 °C kaltes Wasser (Eiswasser) vorbereitet und es bereits in eine 100-ml-Spritze aufgezogen.

Im Rahmen der allgemeinen klinischen Untersuchung bei der Aufnahme hatte Frau Dr. Froben auch einen Spiegelbefund von Rachen, Nase und Ohren bei Frau Dahl erhoben. Daher ist bekannt, dass Frau Dahl kein Loch im Trommelfell hat. Insofern ist es ohne Weiteres möglich, die äußeren Gehörgänge im Abstand von fünf Minuten mit Eiswasser zu spülen und dabei die Reaktion der Augen zu beobachten. Bei intaktem Reflex käme es dann zu einem leichten Seitwärts-Schlagen der Augäpfel. Bei Frau Dahl verbleiben die Augäpfel unbeweglich im Ursprungszustand. Also: Im Eiswasser-Test (kaltkalorischer Test) lässt sich der vestibulo-okuläre Reflex nicht auslösen.



Die aktuelle Herzfrequenz von Maria Dahl beträgt 92 Schläge pro Minute. Ein Druck und eine leichte Massage der Augäpfel beeinflussen diese Frequenz nicht. Also: Auch der okulo-kardiale Reflex lässt sich nicht auslösen. Dann überprüfen Professor Wertheimer und Dr. Körner noch einmal, ob die systematische Verabreichung von Schmerzreizen im Gesicht innerhalb der jeweiligen Ausbreitungsgebiete der drei Äste des Drillingsnervs (Trigeminus-Nerv) zu Reaktionen führt.

Die Schmerzreize werden beidseits im Augenbereich für den ersten Trigeminus-Ast, im Nasenbereich für den zweiten Trigeminus-Ast und im Unterlippen-Bereich für den dritten Trigeminus-Ast gesetzt. Es lässt sich bei Maria Dahl keinerlei Reflex feststellen. Also: Die Reaktion auf Schmerzreize fehlt.



Nun tastet Professor Wertheimer den Mund mit einem behandschuhten Finger und dann mit einem Katheter ebenfalls bis zur hinteren Rachenwand aus. Es erfolgt keinerlei Reflex-Abwehr: weder eine Tendenz zum Zubeißen noch der leiseste Ansatz zum Würgen oder Husten. Die Ärzte bitten Falk Ufer, bei Frau Dahl tief in der Luftröhre abzusaugen.

Hierzu wird vorübergehend das Betttuch über Brust und Bauch zurückgeschlagen, um eine mögliche Reaktion besser beobachten zu können. Falk Ufer führt den Absaug-Katheter durch den Beatmungsschlauch bis zur Aufteilung der Luftröhre in die beiden Hauptbronchien ein. Hierbei verändern sich weder der Blutdruck, noch die Herzfrequenz, noch wird irgendeine Hustenbewegung ersichtlich. Also: Der Würge- und der Husten-Reflex lassen sich nicht auslösen. Nach Beendigung der Tests wird Frau Dahl wieder zugedeckt.

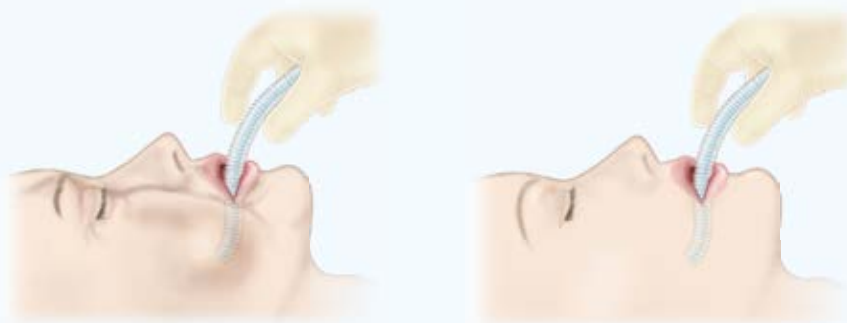


Abb. 15: Schematische Darstellung zur Prüfung des Würge-Reflexes
Bei intaktem Reflex kommt es bei der Reizung der Rachenhinterwand zu einer Würgereaktion (links).
Bei Maria Dahl bleibt diese Reaktion aus (rechts).



Abb. 16: Schematische Darstellung zur Prüfung des Husten-Reflexes
Bei intaktem Reflex kommt es nach Reizung der Schleimhaut an der Rachenhinterwand durch einen Absaugkatheter zur Hustenreaktion (links). Bei Maria Dahl bleibt diese Reaktion aus (rechts).



09:27
11.08.2015

Diagnostik: II. Feststellung der klinischen Symptome des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen – Prüfung des Ausfalls der Spontan-Atmung

Als letzter Test der klinischen Untersuchung wird überprüft, ob die Spontan-Atmung ausgefallen ist. Dieser Test wird auch als Apnoe-Test bezeichnet. Es handelt sich um den komplexesten Test dieser Diagnostik. Er ist nur dann aussagekräftig, wenn keine wesentliche Lungenfunktionsstörung vorliegt. Da Maria Dahl keine derartige Störung hat, kann der Apnoe-Test durchgeführt werden. **■ Mit diesem Test wird untersucht, ob unter innerer Wirkung des stärksten Atemanreizes, nämlich einer Kohlensäure-Spannung im arteriellen Blut oberhalb von 60 mmHg, reflektorisch die Spontan-Atmung einsetzt (siehe S.95).**

Der Apnoe-Test besteht aus mehreren Phasen: Zunächst wird Maria Dahl mit 100 Prozent Sauerstoff mit etwas verringertem Atemvolumen beatmet, sodass einerseits eine gute Sauerstoff-Vorsättigung besteht und andererseits die arterielle Kohlensäure-Spannung zu Beginn des Apnoe-Tests zwischen 35 und 45 mmHg liegt. Dieser Wert wird durch eine Blutabnahme überprüft, wobei der Messwert auf Maria Dahls Körpertemperatur von 36,3 °C angepasst wird (temperaturkorrigiert). Die für den Test geforderte Ausgangsspannung wird um 9:27 Uhr belegt. Auch die Sauerstoff-Sättigung und der Säuregrad des Blutes (pH-Wert) werden als Ausgangswerte gemessen (linke Spalte Abb. 17).

Anschließend wird Maria Dahl von der Beatmungsmaschine getrennt. Über einen dünnen Katheter, den man in den Beatmungsschlauch legt, lassen Professor Wertheimer und Dr. Körner drucklos 6 Liter Sauerstoff pro Minute in Maria Dahls Lunge einperlen. Sie warten, bis die Kohlensäure-Spannung im arteriellen Blut auf temperaturkorrigierte Werte über 60 mmHg ansteigt (mittlere Spalte Abb. 17). Beide Untersucher prüfen kontinuierlich, ob an Brustkorbmuskeln oder Zwerchfell ein reflektorischer Versuch einer Eigenatmung entsteht. Dies ist nicht der Fall. Maria Dahls Blutgase werden temperaturkorrigiert erneut bei einer arteriellen Kohlensäure-Spannung von über 65,7 mmHg überprüft (rechte Spalte Abb. 17). Die Blutgas-Analyse belegt, dass ihr eigener Atemantrieb nicht in Gang kommt: Die Spontan-Atmung setzt nicht ein. Dies bedeutet, dass eine vollständige Funktionslosigkeit des zentralen Atemzentrums vorliegt. Maria Dahl wird im Anschluss an den Apnoe-Test wieder mit der Beatmungsmaschine verbunden.

■ Reflektorisches Einsetzen der Spontan-Atmung bei Kohlensäure-Spannung über 60 mmHg im Blut

Der Apnoe-Test führt zu ähnlichen Atemgas-Spannungen im Blut wie bei einem Tauchgang, an dessen Ende der innere Drang steht, wieder aufzutauchen und dann rasch Luft zu holen. Bewegen könnte man sich dabei noch weiterhin unter Wasser, die Sauerstoff-Spannung im Blut ist also nicht das Entscheidende. Entscheidend ist, dass sich die Kohlensäure während dieses Tauchgangs ansammelt und nicht abgeatmet werden kann. Ab einer gewissen Konzentration im Blut zwingt die Anhäufung von Kohlensäure zum Auftauchen und zum Luftholen. Die Kohlensäure-Spannung kann im Blut gemessen werden.

Apnoe-Test bei Maria Dahl: Messergebnisse der temperaturangepassten Atemgas-Spannung

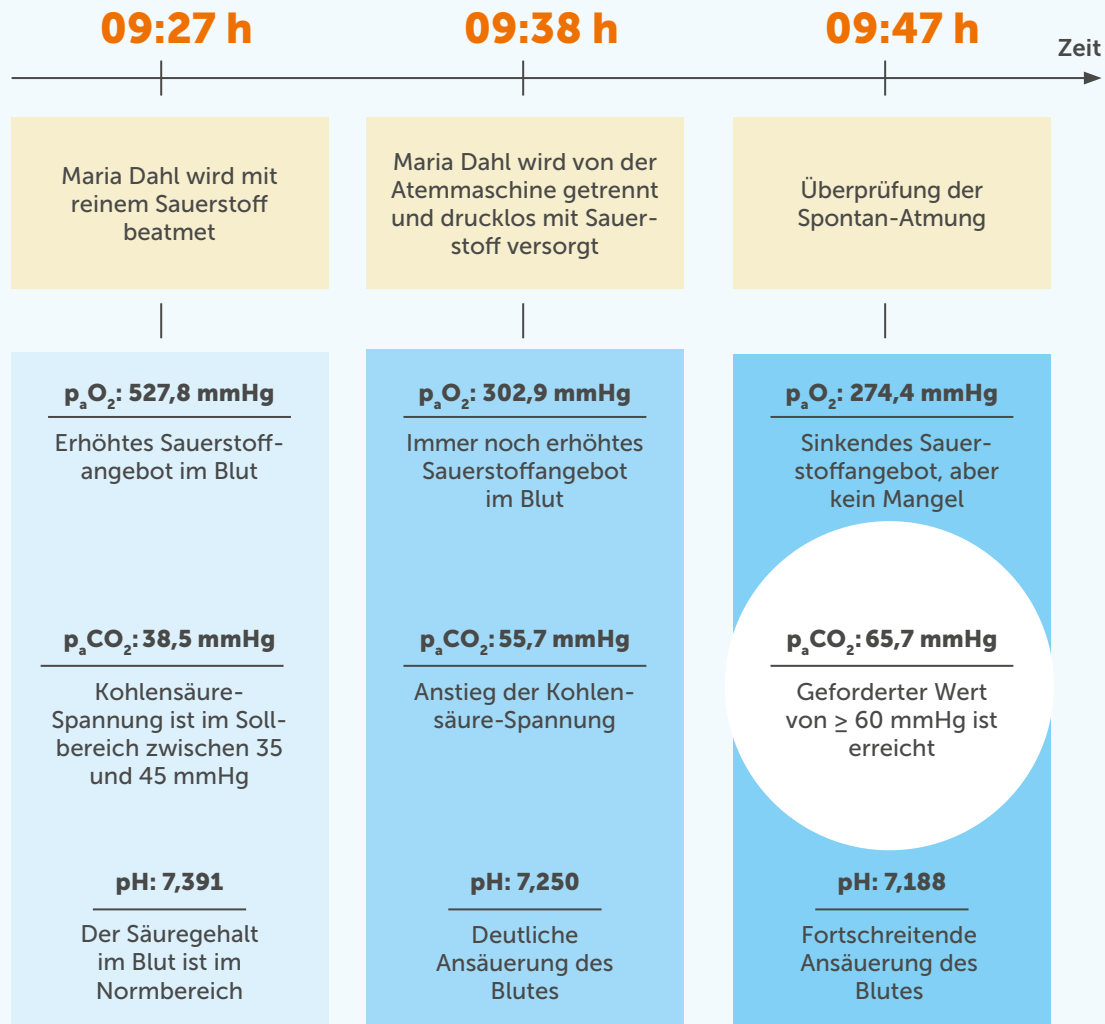


Abb. 17: Schematische Darstellung der Phasen des Apnoe-Tests
Durchführung und Ergebnis des Apnoe-Tests bei Maria Dahl

2. KLINISCHE SYMPTOME DES AUSFALLS DER HIRNFUNKTION

Bewusstlosigkeit (Koma) ja ☒

	rechts	links	nicht prüfbar
Pupillen <u>weit</u> mittelweit	☒	☒	☐
Lichtreflex fehlt	☒	☒	☐
Okulo-zephaler/vestibulo-okulärer Reflex fehlt	☒	☒	☐
Korneal-Reflex fehlt	☒	☒	☐
Trigeminus-Schmerz-Reaktion fehlt	☒	☒	☐
Pharyngeal-/Tracheal-Reflex fehlt	☒	☒	☐
Apnoe-Test	Ausgangs- p_aCO_2 (Temperatur-korrigiert) <u>38,5</u> mmHg/kPa		
	Apnoe bei p_aCO_2 (Temperatur-korrigiert) <u>65,7</u> mmHg/kPa ja ☒ nein ☐		
Apnoe-Test nicht möglich, weil <u>-</u>			

Siehe Kopie der Blutgasanalyse in Anlage

19 Minuten
Kommung von
Mensch und
Atemmaschine

Datum und Uhrzeit der unter 1. und 2. dokumentierten Feststellungen: 11.08.2015, 9:47h

Name (Druckschrift) Prof. Dr. Peter Wertheimer Unterschrift Peter Wertheimer

Bei den hier dokumentierten Feststellungen und Befunden handelt es sich um den ersten Untersuchungsgang.

Für den Irreversibilitätsnachweis sind weitere Untersuchungen erforderlich, nämlich

- klinische Untersuchungen nach mindestens ☐ 12 Stunden / ☐ 72 Stunden (siehe 3.1.) oder
- ergänzende Untersuchungen (siehe 3.2.).

Prof. Dr. Peter Wertheimer Peter Wertheimer 11.08.2015 9:47h

Name (Druckschrift) Unterschrift Datum/Uhrzeit

Abb. 18: Protokollbogen zur Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls

Ausgefüllter Protokollbogen von Professor Wertheimer zu „2. Klinische Symptome des Ausfalls der Hirnfunktion“

09:47
11.08.2015

**Ergebnis der Diagnostik (Teil I und II)
liegt vor: Der Funktionsausfall von
Großhirn, Kleinhirn und Hirnstamm
wurde nachgewiesen. Es folgt:**

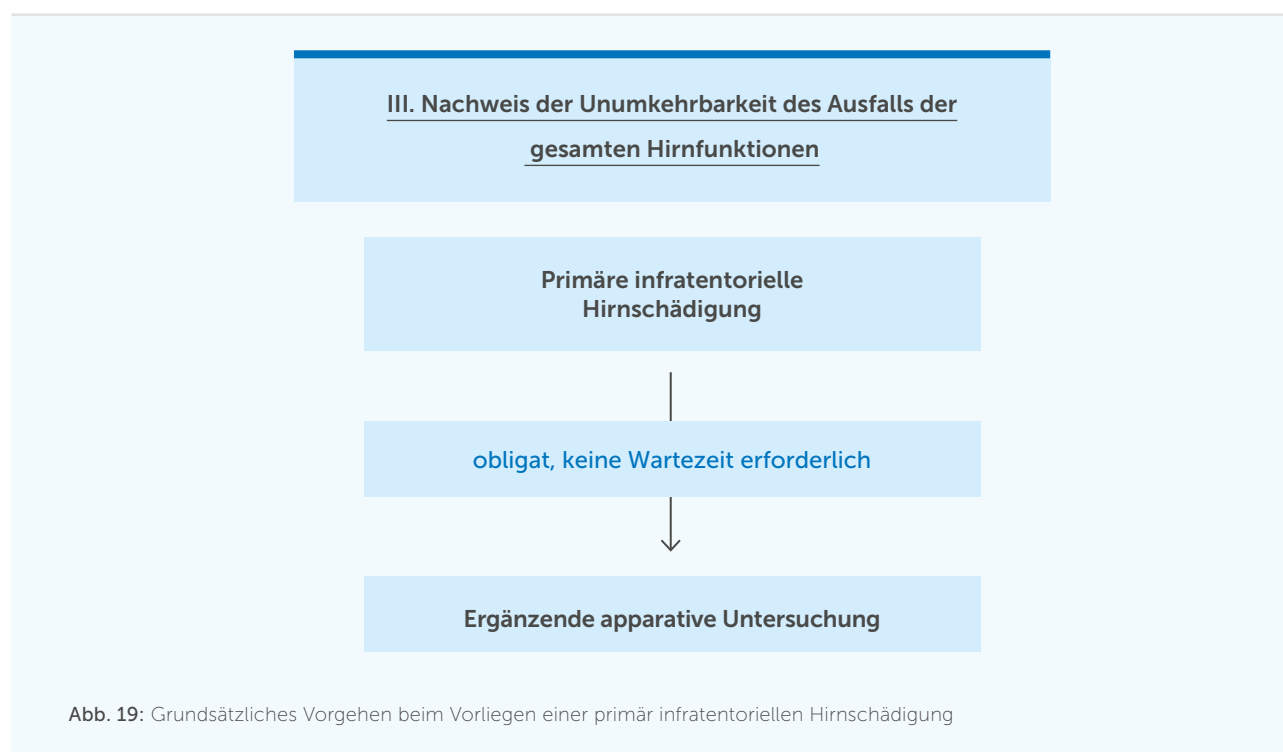
III. Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen

Mit Vorlage der Atemgasanalyse um 9:47 Uhr am 11. August 2015 und deren Dokumentation auf den beiden Protokollbögen ist die klinische Untersuchung durch die beiden Fachärzte abgeschlossen. Kopien der Ausdrucke der jeweiligen Blutgas-Analysen wurden erstellt und den Protokollbögen beigelegt. Auf beiden Bögen wird vermerkt, dass nach zweifelsfrei erfüllten Voraussetzungen für die Feststellung des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) der klinische Beleg am Dienstag, den 11. August 2015, um 09:47 Uhr erbracht wurde. Beide Untersucher

vermerken dies auf dem jeweiligen Protokollbogen und unterschreiben diese Feststellung. Grundsätzlich kommen für den Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) neben der Wiederholung der vorgenommenen Untersuchungen auch folgende apparative Verfahren infrage: **i EEG**, SEP oder FAEP, Doppler- oder Duplex-Sonographie, Hirnperfusions-Szintigraphie, CT-Angiographie (siehe S. 97 f).

i EEG

Die graphische Aufzeichnung der elektrischen Gehirnaktivität wird als Elektroenzephalographie, kurz EEG, bezeichnet. Mithilfe des EEGs werden Informationen über die Funktionsfähigkeit des Großhirns gewonnen. Um diese Untersuchung durchführen zu können, werden an der Kopfhaut Elektroden angebracht. Dies ist für den Patienten ungefährlich. Das EEG muss unter genauer Einhaltung technischer Richtlinien erfolgen. Kleine Potenzialschwankungen müssen von einem möglichen „elektrischen Rauschen“ sicher abgegrenzt werden. Daher muss die EEG-Registrierung von einem darin erfahrenen Arzt kontrolliert und beurteilt werden. Wird über mindestens 30 Minuten ein kontinuierliches iso-elektrisches EEG (Fehlen von Gehirnströmen) unter den genannten Voraussetzungen abgeleitet, bedeutet dies, dass die elektrische Gehirnaktivität erloschen und der Hirnfunktionsausfall als unumkehrbar einzuordnen ist.



Im Fall von Maria Dahl muss als nächster Schritt eine apparatemedizinische Zusatzuntersuchung durchgeführt werden. Die bloße Wiederholung des zuvor geschilderten Untersuchungsganges nach mindestens zwölf Stunden Wartezeit ist in diesem Fall nicht ausreichend, weil eine der beiden

Gefäßaussackungen (Aneurysmata) unterhalb des Kleinhirn-Zeltes (Abb. 34) liegt und das Krankheitsbild von Frau Dahl entsprechend dieser Lage als infratentorielle Gehirnschädigung einzuordnen ist. Für diesen Schädigungstyp wurde festgelegt, dass zwingend eine ergänzende apparative Untersuchung stattfinden muss (Abb. 19). Grundsätzlich kommen dafür ein Elektroenzephalogramm (EEG) oder andere Untersuchungsverfahren, die die Gehirndurchblutung prüfen, in Betracht. Professor Wertheimer und Dr. Körner entschließen sich im Fall von Maria Dahl gemäß der Richtlinienvorgabe dazu, eine spezielle Untersuchung zur Gehirndurchblutung, eine **Hirnperfusions-Szintigraphie**, durchführen zu lassen. Dies soll durch Professor Dr. Ludwig Lyon, Leiter des Instituts für Nuklearmedizin, erfolgen.

Wird bei der Hirnperfusions-Szintigraphie der Stillstand der Gehirndurchblutung über länger als eine halbe Stunde nachgewiesen, bedeutet dies zweifelsfrei, dass die Hirnfunktion unwiederbringlich verloren gegangen ist. Professor Wertheimer hat bereits am Vortag Kontakt zu Professor Lyon wegen einer möglichen Untersuchung im Rahmen der Diagnostik aufgenommen. Insbesondere muss sichergestellt werden, dass die Geräte und die benötigte radioaktive Substanz für die Untersuchung bereitstehen. Professor Wertheimer teilt dem Nuklearmediziner Professor Lyon nun mit, dass zeitnah, also innerhalb des Vormittags, eine Hirnperfusions-Szintigraphie bei Maria Dahl durchgeführt werden soll.

i **Hirnperfusions-Szintigraphie**

Die Hirnperfusions-Szintigraphie ist ein nuklearmedizinisches Verfahren zur Darstellung der Hirndurchblutung. Zur Darstellung der Hirngefäße wird der zu untersuchenden Person eine schwach radioaktive Substanz in eine Vene gespritzt. Die radioaktive Substanz reichert sich in den durchbluteten Hirnabschnitten an und lässt sich über mehrere Stunden mit einer speziellen Kamera nachweisen. In der bildlichen Darstellung (Szintigramm) erscheint das angereicherte Hirngewebe dunkel. Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen eingetreten, erscheint die Schädelhöhle aufgrund der fehlenden Durchblutung im Gehirn leer (Abb. 20). Die äußere Kopfschlagader ist durch die krankhaften Vorgänge nicht beeinträchtigt und versorgt weiterhin die Kopfhaut. Daher wird diese als schwarze Hülle im Szintigramm sichtbar.

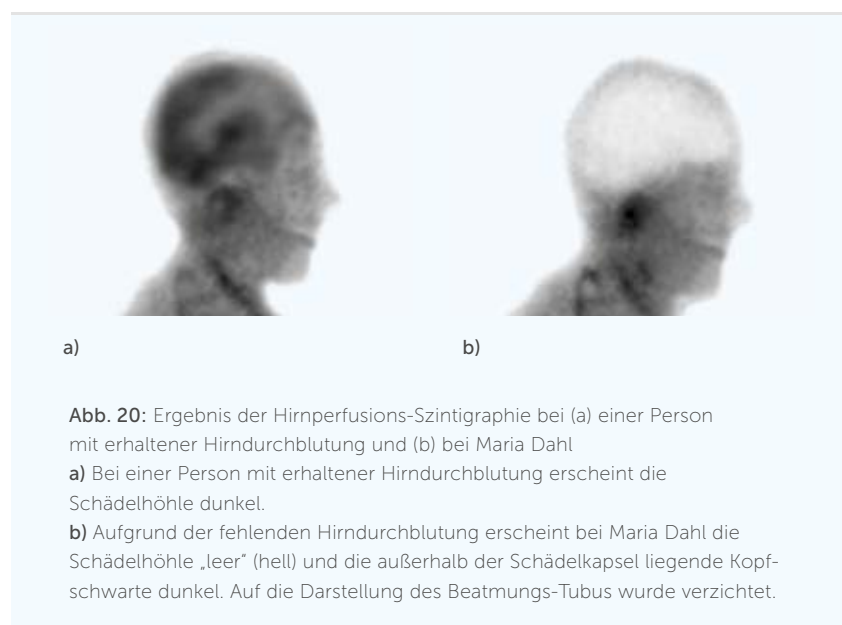
10:30
11.08.2015

Diagnostik: III. Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen – Durchführung einer Hirnperfusions-Szintigraphie

Dr. Körner veranlasst, dass ein erfahrener Facharzt für Anästhesie Frau Dahl mit einer fahrbaren Beatmungsmaschine in das Institut für Nuklearmedizin begleitet. Falk Ufer als zuständige Pflegekraft ist selbstverständlich auch dabei. Gegen 10:30 Uhr beginnt die Untersuchung von Frau Dahl. Um 10:44 Uhr wird die radioaktive Substanz intravenös verabreicht. Der mittlere arterielle Blutdruck beträgt aktuell 117 mmHg.

Dann zeichnet die Gamma-Kamera einmal die Leberregion auf (zur Prüfung, ob die Substanz vom Körper grundsätzlich aufgenommen und verstoffwechselt wird) und auch mehrfach über jeweils fünf bzw. zehn Minuten die Schädelregion in verschiedenen Einstellungen. Die Gesamtuntersuchung dauert 51 Minuten.

Das Szintigramm von Frau Dahl zeigt das Bild eines „leeren“ Schädels. Professor Lyon erstellt unverzüglich einen ausführlichen nuklearmedizinischen Befund und gibt ihn in ausgedruckter Form um 12:02 Uhr mit Ort, Datum und Unterschrift frei. Telefonisch informiert er Professor Wertheimer und Dr. Körner darüber, dass dieses entscheidende Dokument vorliegt: Mit diesem Befund ist die Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen nachgewiesen. Mittlerweile haben der begleitende Anästhesist und Intensivpfleger Falk Ufer Frau Dahl wieder auf die Intensivstation zurück an ihren Bettplatz gebracht.



Der Befund mit der Originalunterschrift von Professor Lyon wurde Dr. Körner bereits auf der Intensivstation ausgehändigt. Um 12:17 Uhr ist auch Professor Wertheimer wieder von einem anderen Patienten aus dem Operationssaal auf die Intensivstation gekommen, um zusammen mit Dr. Körner die jeweilige Seite 2 der Protokollbögen zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) auszufüllen und damit die Diagnostik den Richtlinien entsprechend abzuschließen. Beide Untersucher achten darauf, dass jeweils auch die Seite 2 ihrer Bögen ordnungsgemäß die Patientenkenndaten und das aktuelle Datum enthalten. Sie markieren per Kreuz unter Punkt 3.2 – Ergänzende Untersuchung –, dass der zerebrale Zirkulationsstillstand (Stillstand der Gehirndurchblutung) durch eine nuklearmedizinische Perfusions-Szintigraphie fachärztlich dokumentiert wurde.

11.08.2015

PROTOKOLLBogen ZUR FESTSTELLUNG DES IRREVERSIBLEN HIRNFUNKTIONSAUSFALLS
AB BEGINN DES DRITTEN LEBENSJAHRES 2/2

Protokollbogen-Nr. ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Patient Name Dahl Vorname Maria geb. 10.03.1952 Alter 63

3. IRREVERSIBILITÄTSNACHWEIS

3.1. Zweiter Untersuchungsgang nach Wartezeit

Übereinstimmende Befunde wurden bereits vor _____ Stunden von 2 Untersuchern protokolliert ☐ ja ☐ nein

Es liegt eine zweite Untersuchung nach der geforderten Wartezeit vor, die den hier protokollierten Befund bestätigt.

Name (Druckschrift)	Unterschrift	Datum/Uhrzeit
3.2. Ergänzende Untersuchung (Befund und Beurteilung gemäß beigelegtem unterschriebenem Befundbericht) ☐ EEG Isoelektrisches (Null-Linien-)EEG, 30 Minuten abgeleitet ja ☐ nein ☐ ☐ FAEP Frühe akustisch evozierte Hirnstamm- potenziale Welle III-V beidseits erloschen ja ☐ nein ☐ ☐ SEP Medianus-SEP beidseits erloschen ja ☐ nein ☐ ☒ Zerebraler Zirkulationsstillstand untersucht mittels ☒ Perfusionsszintigraphie von <u>10:44h</u> bis <u>11:35h</u> ☐ Doppler-/Duplexsonographie ☐ CT-Angiographie ☐ selektive zerebrale Angiographie Zerebraler Zirkulationsstillstand festgestellt ja ☒ nein ☐		
Name des Arztes* <u>Prof. Dr. Ludwig Lyon</u> Datum <u>11.08.15</u> Uhrzeit <u>12:02h</u> *Einzutragen (in Druckschrift) ist der Name des Arztes, der den Befund und die Beurteilung unterschrieben hat.		

Abb. 21: Protokollbogen zur Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls
 Ausgefüllter Protokollbogen zu „3. Irreversibilitätsnachweis“ von Professor Wertheimer

Sie geben den exakten Untersuchungszeitraum an genauso wie den Untersucher (Professor Dr. Lyon) und dass dieser den zweifelsfreien Untersuchungsbefund um 12:02 Uhr freigegeben hat. Beim Abschluss des Dokumentationsvorganges vergewissern sich beide Fachärzte wechselseitig, ob die Protokollbögen in den unabhängig voneinander erzielten Ergebnissen übereinstimmen. Außerdem prüfen sie, ob die Eintragungen korrekt und vollständig sind. Dann gehen beide Fachärzte zu Punkt 4 auf der Seite 2 des Bogens über: Feststellung des Todes.

Beide notieren unter diesem Punkt, dass sie jeweils Kenntnis von der Dokumentation des ärztlichen Partners haben, dass man in seinem persönlich verantworteten Urteil über den Zustand des Patienten keinen Zweifel hat und dass die auf den beiden Bögen dokumentierten Inhalte übereinstimmen. In die Protokollbögen für Maria Dahl tragen sie in die dafür vorgesehene Zeile ein: „Damit ist der Tod des Patienten festgestellt am 11.08.2015 um 12:02 Uhr.“

12:02
11.08.2015

Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen wurde erbracht. Damit ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) von Maria Dahl anhand von neuro- und apparatemedizinischen Kriterien festgestellt.

Der vom Neurochirurgen ausgefüllte Bogen 1 wird dann an erster Stelle von Professor Wertheimer unterzeichnet und namentlich in Druckschrift gekennzeichnet. Darunter folgt der Name des Intensivmediziners Dr. Körner, ebenfalls in Druckbuchstaben und mit Unterschrift.

4. FESTSTELLUNG DES TODES
(auszufüllen nach dem letzten und abschließenden Untersuchungsgang; ersetzt nicht die amtliche Todesbescheinigung [Leichenschauchein])
Hiermit wird bestätigt, dass obige Feststellungen und Befunde/Befundberichte mit denen von Protokollbogen Nr. 2 übereinstimmen und den irreversiblen Hirnfunktionsausfall als sicheres Todeszeichen belegen.
Damit ist der Tod des Patienten festgestellt am 11.08.2015 um 12.02h Uhr

Prof. Dr. Peter Wertheimer
Name (Druckschrift) Peter Wertheimer
Unterschrift

DR. MATTHIAS KÖRNER
Name (Druckschrift) Matthias Körner
Unterschrift

Abb. 22: Protokollbogen zur Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls
Ausgefüllter Protokollbogen zu „4. Feststellung des Todes“ von Professor Wertheimer

Auf dem vom Intensivmediziner ausgefüllten Bogen 2 ist es dann umgekehrt: erste Zeile für Dr. Körner, darunter dann Professor Wertheimer. Die Dokumentation des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen ist mit der zweiten Unterschrift des letzten Untersuchungsgangs abgeschlossen.



Den Protokollbögen werden die Ergebnisse der technischen Untersuchungen beigelegt. Die vollständige Dokumentation enthält somit folgende Unterlagen:

- Protokollbogen 1 von Professor Wertheimer
- Protokollbogen 2 von Dr. Körner (Abb. 23 a, b)
- Kopie des Ausdrucks der Blutgas-Analyse (da nur Thermopapier, welches mit der Zeit verblasst) vor, während und am Ende des Apnoe-Tests
- Nuklearmedizinischer Befund von Professor Lyon
- Monitorausdruck der Aufzeichnung des lokalen Hirndurchblutungsdrucks (CPP) in den letzten zwölf Stunden vor der Diagnostik des Hirnfunktionsausfalls

Alle Dokumente werden zusammengestellt und mindestens viermal kopiert:

- Die Originale werden zur Krankenakte von Maria Dahl genommen, die im Krankenhaus archiviert wird. Im Falle einer Organ- und Gewebespende müssen die Protokollbögen gemäß Paragraph 15 Transplantationsgesetz mindestens 30 Jahre archiviert werden.
- Jeder der beiden Untersucher erhält eine Kopie der Unterlagen für seine persönlichen Akten.
- Einen Satz der Kopien erhält das Qualitätsmanagement des St. Joseph-Klinikums.
- Ein Satz der Kopien verbleibt auf der Intensivstation für eventuelle Nachfragen, die sich auf den zeitlichen Ablauf der Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bei verschiedenen Patienten der Intensivstation beziehen.

Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) von Maria Dahl wurde festgestellt.

An dieser Stelle kommt es zu einer Verknüpfung des medizinischen Befundes über den unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) mit der Transplantationsmedizin. Nach Paragraph 9a Absatz 2 Nummer 1 Transplantationsgesetz ist das Krankenhaus verpflichtet, den unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) von Maria Dahl der Koordinierungsstelle für die Organspende, der **Deutschen Stiftung Organtransplantation (DSO)**, unverzüglich mitzuteilen.

Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO)

Die Deutsche Stiftung Organtransplantation ist die bundesweite Koordinierungsstelle für postmortale (= nach dem Tod) Organspenden.

Hierfür muss aber zuvor geklärt werden, ob Maria Dahl nach der ärztlichen Beurteilung als Organspenderin in Betracht kommt und ob eine Erklärung der Verstorbenen zur Organ- und Gewebespende vorliegt (siehe S. 110). Zu diesem Zweck wird der **i Transplantationsbeauftragte** des St. Joseph-Klinikums informiert, um gemeinsam mit Professor Wertheimer das erforderliche Gespräch mit den Angehörigen von Maria Dahl vorzubereiten. Professor Wertheimer hat bereits den Bruder von Maria Dahl über die Feststellung des Hirntods telefonisch informiert und ihm erläutert, dass dies den Tod der Schwester bedeutet. Kurz nach diesem Gespräch kommt Maria Dahls Bruder in Begleitung seiner Ehefrau ins St. Joseph-Klinikum.

i Transplantationsbeauftragte

Seit dem 1. August 2012 sind alle Kliniken, die nach Paragraph 9a Absatz 1 Transplantationsgesetz Entnahmekrankenhäuser sind, verpflichtet, Transplantationsbeauftragte zu bestellen. Die Transplantationsbeauftragten sind dafür verantwortlich, dass Patienten identifiziert werden, bei denen der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt werden kann. Sie sorgen dafür, dass bei diesen Patienten dann auch die Prüfung auf den Ausfall durchgeführt wird. Wurde der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt, erfolgt die ärztliche Beurteilung, ob die Person für eine Organspende geeignet ist. Ist sie dafür geeignet und liegt keine Ablehnung für eine Organspende vor, müssen Transplantationsbeauftragte die Person der Koordinierungsstelle melden. Transplantationsbeauftragte stellen sicher, dass die Angehörigen von möglichen Spendern in angemessener Weise begleitet werden. Sie sorgen auch dafür, dass das ärztliche und pflegerische Personal im Entnahmekrankenhaus über die Bedeutung und den Prozess der Organspende regelmäßig informiert wird. Die Transplantationsbeauftragten sind nur im Bereich der Spende tätig. Mit der Vermittlung der Organe oder ihrer Übertragung sind sie nicht befasst.

**PROTOKOLLBogen ZUR FESTSTELLUNG DES IRREVERSIBLEN HIRNFUNKTIONSAUSFALLS
AB BEGINN DES DRITTEN LEBENSJAHRES** 1/2

Protokollbogen-Nr. ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

Patient Name DAHL Vorname MARIA geb. 10.3.1952 Alter 63

Klinik KLINIKUM ST. JOSEPH

Untersucher Name DR. KÖRNER Vorname MATTHIAS

Facharztbezeichnung F.A.F. ANÄSTHESIOLOGIE

Richtliniengemäße Qualifikation erfüllt ja ☒
(bitte in Druckschrift ausfüllen)

1. VORAUSSETZUNGEN

Diagnose SCHWERE SUBARACHNOIDALBLUTUNG, HIRNART. ANEURYSMA

Primäre Hirnschädigung ☒ supratentoriell ☒ infratentoriell ☒

Sekundäre Hirnschädigung ☐

Zeitpunkt des Unfalls/Krankheitsbeginns LEITSYMPTOME 18.3. AUG. 2015; PERAKUT 10. AUG. 2015
6.25h KOLLABIERT

Als Ursache der aktuellen und unten protokollierten Untersuchungsbefunde sind ausgeschlossen:

Intoxikation ja ☒

Dämpfende Medikamente ja ☒

Relaxation ja ☒

Primäre/therapeutische Hypothermie ja ☒

Metabolisches oder endokrines Koma ja ☒

Kreislaufchock ja ☒

Systolischer Blutdruck 136 mmHg

Temperatur 36,3 °C

2. KLINISCHE SYMPTOME DES AUSFALLS DER HIRNFUNKTION

Bewusstlosigkeit (Koma) ja ☒

	rechts	links	nicht prüfbar
Pupillen <u>weit</u> mittelweit	☒	☒	☐
Lichtreflex fehlt	☒	☒	☐
Okulo-zephaler, vestibulo-okulärer Reflex fehlt	☒	☒	☐
Korneal-Reflex fehlt	☒	☒	☐
Trigeminus-Schmerz-Reaktion fehlt	☒	☒	☐
Pharyngeal-/Tracheal-Reflex fehlt	☒	☒	☐
Apnoe-Test Ausgangs- p_{CO_2} (Temperatur-korrigiert) <u>38,5</u> mmHg/kPa			
Apnoe bei p_{CO_2} (Temperatur-korrigiert) <u>65,7</u> mmHg/kPa	ja ☒ nein ☐		
Apnoe-Test nicht möglich, weil	<u>KNAPP 20 MIN. DISKOAN</u> <u>Meusche-Maschine</u>		

Datum und Uhrzeit der unter 1. und 2. dokumentierten Feststellungen: 11. AUG. 2015, 9:47h

Name (Druckschrift) DR. MATTHIAS KÖRNER Unterschrift Matthias Körner

Bei den hier dokumentierten Feststellungen und Befunden handelt es sich um den ersten Untersuchungsgang.

Für den Irreversibilitätsnachweis sind weitere Untersuchungen erforderlich, nämlich

- klinische Untersuchungen nach mindestens ☐ 12 Stunden ☐ 72 Stunden (siehe 3.1.) oder
- ergänzende Untersuchungen (siehe 3.2.).

DR. MATTHIAS KÖRNER Matthias Körner 11. Aug. 2015, 9:47h

Name (Druckschrift) Unterschrift Datum/Uhrzeit

Abb. 23 a: Protokoll zur Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls – ausgefülltes Protokoll von Dr. Körner

11 August 2015

PROTOKOLLBogen ZUR FESTSTELLUNG DES IRREVERSIBLEN HIRNFUNKTIONSAUSFALLS
AB BEGINN DES DRITTEN LEBENSJAHRES 2/2

Protokollbogen-Nr ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

Patient Name DAHL Vorname MARIA geb. 10.3.1952 Alter 63

3. IRREVERSIBILITÄTSNACHWEIS

3.1 Zweiter Untersuchungsgang nach Wartezeit

Übereinstimmende Befunde wurden bereits vor _____ Stunden von 2 Untersuchern protokolliert ☐ ja ☐ nein

Es liegt eine zweite Untersuchung nach der geforderten Wartezeit vor, die den hier protokollierten Befund bestätigt.

Name (Druckschrift)	Unterschrift	Datum/Uhrzeit
3.2. Ergänzende Untersuchung (Befund und Beurteilung gemäß beigefügtem unterschriebenem Befundbericht) ☐ EEG Isoelektrisches (Null-Linien-)EEG, 30 Minuten abgeleitet ja ☐ nein ☐ ☐ FAEP Frühe akustisch evozierte Hirnstamm- potentiale Welle III-V beidseits erloschen ja ☐ nein ☐ ☐ SEP Medianus-SEP beidseits erloschen ja ☐ nein ☐ ☒ Zerebraler Zirkulationsstillstand untersucht mittels ☒ Perfusionsszintigraphie ☐ Doppler-/Duplexsonographie von <u>1044h</u> bis <u>1155h</u> ☐ CT-Angiographie ☐ selektive zerebrale Angiographie Zerebraler Zirkulationsstillstand festgestellt ja ☒ nein ☐		
Name des Arztes <u>PROF. DR. LUDWIG LYON</u> Datum <u>11. Aug 2015</u> Uhrzeit <u>1202h</u> *Einzutragen (in Druckschrift) ist der Name des Arztes, der den Befund und die Beurteilung unterschrieben hat.		

4. FESTSTELLUNG DES TODES

(auszufüllen nach dem letzten und abschließenden Untersuchungsgang; ersetzt nicht die amtliche Todesbescheinigung [Leichenschauschein])

Hiermit wird bestätigt, dass obige Feststellungen und Befunde/Befundberichte mit denen von Protokollbogen Nr 1 übereinstimmen und den irreversiblen Hirnfunktionsausfall als sicheres Todeszeichen belegen.

Damit ist der Tod des Patienten festgestellt am 11. Aug 2015 um 12 02 Uhr

<u>DR MATTHIAS KÖRNER</u> Name (Druckschrift)	<u>Matthias Körner</u> Unterschrift
<u>Prof. Dr. Peter Wertheimer</u> Name (Druckschrift)	<u>Peter Wertheimer</u> Unterschrift

Abb. 23 b: Protokoll zur Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls – ausgefülltes Protokoll von Dr. Körner



Professor Wertheimer empfängt das Ehepaar und spricht sein Beileid aus. Das folgende Gespräch führt er gemeinsam mit Dr. Körner und Falk Ufer. Professor Wertheimer informiert ruhig, sachlich und ausführlich über die Ereignisse der letzten Stunden und nimmt sich in einem eigenen Raum Zeit, die Diagnose des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) verständlich zu erklären. Die Angehörigen haben danach ausreichend Zeit, sich persönlich von der Verstorbenen zu verabschieden. Ihnen wird auch ein Gespräch mit dem Seelsorger angeboten.

Der Transplantationsbeauftragte des St. Joseph-Klinikums hat die DSO bereits über den Eintritt des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bei Frau Dahl informiert. Sie ist nach ärztlicher Beurteilung grundsätzlich als Organspenderin geeignet und dem Krankenhaus liegt keine Erklärung zur Ablehnung einer Organspende von Maria Dahl vor. Später werden die Angehörigen gemeinsam mit ihm und Professor Wertheimer klären, ob Maria Dahl zu Lebzeiten eine Entscheidung für eine Organspende getroffen hatte. Von der Klärung dieser Frage hängt ab, ob die künstliche Beatmung und weitere intensivmedizinische Maßnahmen sehr zeitnah eingestellt werden (Ablehnung Organspende) oder für eine begrenzte Zeit fortgeführt werden (Zustimmung zur Organspende) (Abb. 52). Dies wird mit den Angehörigen ausführlich besprochen.



Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Informationen und Erklärungen

Neben einem kurzen Einblick in den Aufbau und die Funktionen des Gehirns wird das dreiteilige Verfahren zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen stufenweise erläutert. Hieran schließt sich eine Zusammenstellung der wichtigsten Fragen und Antworten zur Thematik an.

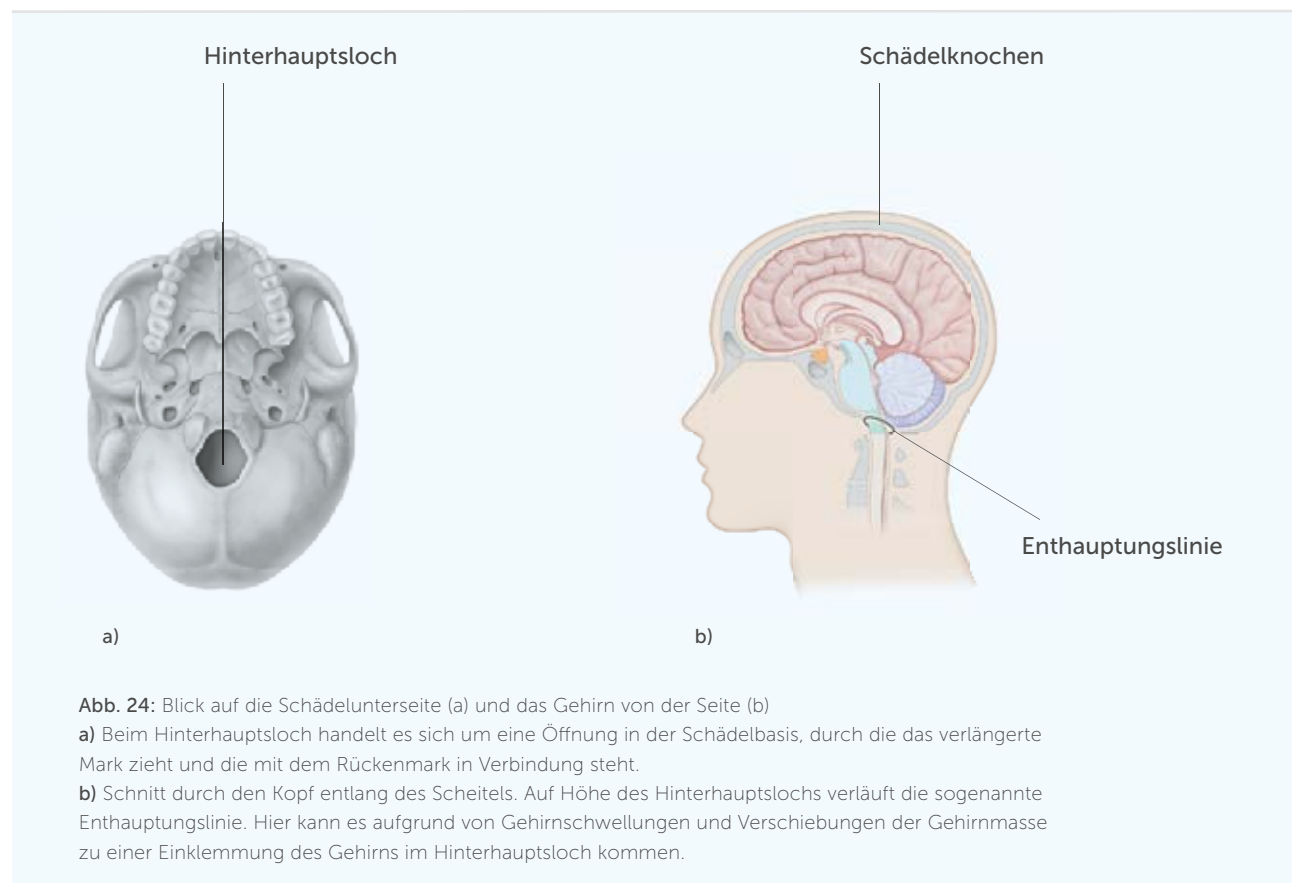
1. Aufbau, Funktionen und Blutversorgung des Gehirns: ein Einblick

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über diejenigen Abschnitte des **zentralen Nervensystems**, die für das Verständnis des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) wesentlich sind. Sein Aufbau und seine Funktionen werden unter diesem Aspekt kurz und knapp dargestellt.

Zentrales Nervensystem

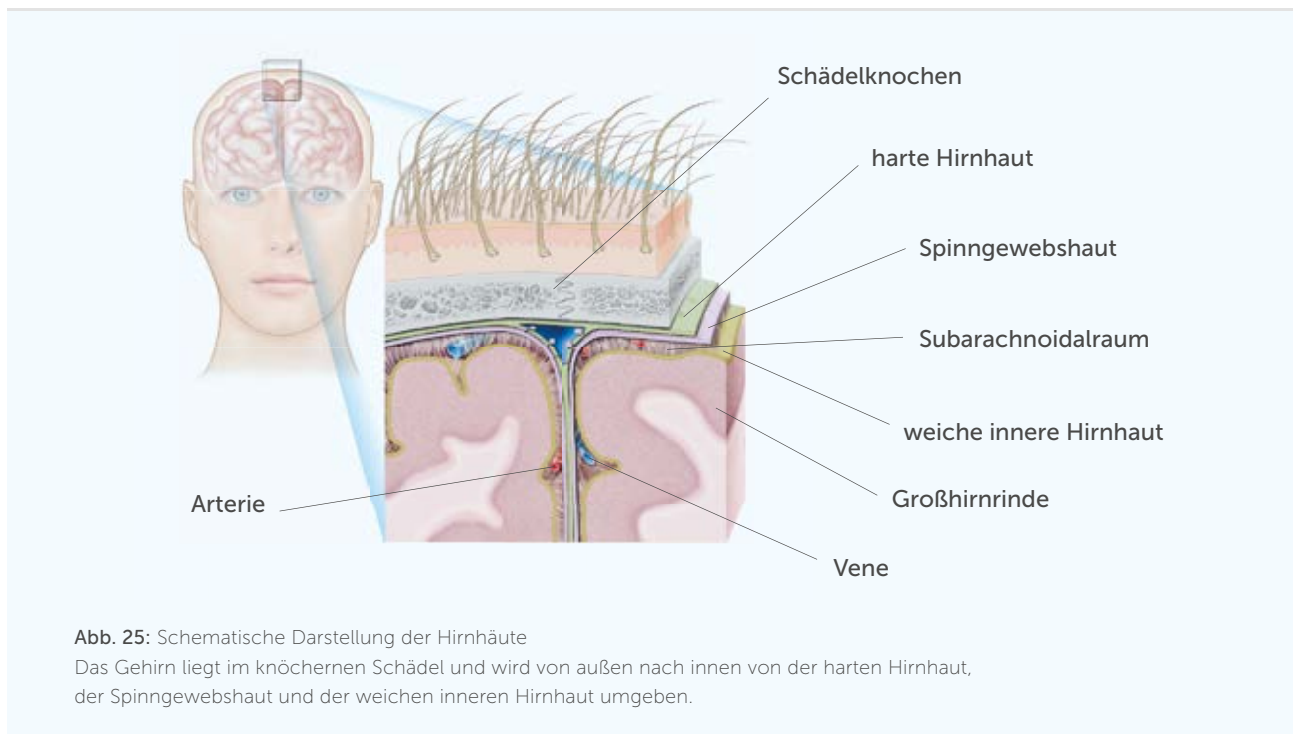
Unter dieser Bezeichnung fasst man Großhirn, Kleinhirn, Hirnstamm und Rückenmark zusammen.

Das zentrale Nervensystem ist von den Hirnhäuten umgeben und wird vom Liquor cerebrospinalis (kurz Liquor oder Nervenwasser) umspült. Nach außen ist es durch Knochen geschützt – das Gehirn durch den Schädel und das Rückenmark durch den Wirbelkanal. Gehirn und Rückenmark gehen am Hinterhauptsloch, einer Öffnung an der Basis des Schädels, ineinander über. Dort geht der unterste Abschnitt des Hirnstamms, das verlängerte Mark, in das Rückenmark über. Auch wenn es an dieser Stelle keine abgrenzenden Nervenstrukturen gibt, markiert sie doch eindeutig die Ebene, oberhalb derer die Gehirnfunktionen im Falle eines Hirntods vollständig und unwiederbringlich erloschen sind (sogenannte Enthauptungslinie oder Scharnierstelle zwischen Schädel und Wirbelsäule).



Hirnhäute

Das Gehirn ist von drei Hirnhäuten umgeben. Direkt unter dem Schädelknochen liegt die harte Hirnhaut. Auf die harte Hirnhaut folgen nach innen zwei weiche Hirnhäute: die Spinnwebshaut (Arachnoidea) und die innere Hirnhaut (Pia mater), die unmittelbar auf dem Gehirn aufliegt.



Liquor

Der Liquor füllt die Räume im und um das Gehirn und Rückenmark aus. Als klare und farblose Flüssigkeit ist er ein Filtrationsprodukt des Blutes. Er zirkuliert in zwei ineinander übergehenden Hohlraumsystemen (innerer und äußerer Liquor-Raum). Die Gesamtheit der Hohlräume wird als Liquor-Raum bezeichnet (Abb. 27). Der äußere Liquor-Raum liegt zwischen der Spinnwebshaut und der weichen inneren Hirnhaut.

Die inneren Liquor-Räume nennt man im Schädelinneren Hirnkammern (Ventrikel) und Wasserleitung (Abb. 26). Man unterscheidet die beiden Seitenkammern, den 3. und den 4. Ventrikel. Innerhalb des Wirbelkanals setzen sich die Ventrikel als ganz zarter Zentralkanal des Rückenmarks fort.

Der Liquor verleiht Gehirn und Rückenmark einen Auftrieb und dadurch ein verhältnismäßig geringeres Eigengewicht. Insgesamt liegt somit ein „Wasserkissen-Schutz“ für das zentrale Nervensystem innerhalb des knöchernen Schädels vor. Dies mildert den Effekt von Stößen, Reibung oder Druck.

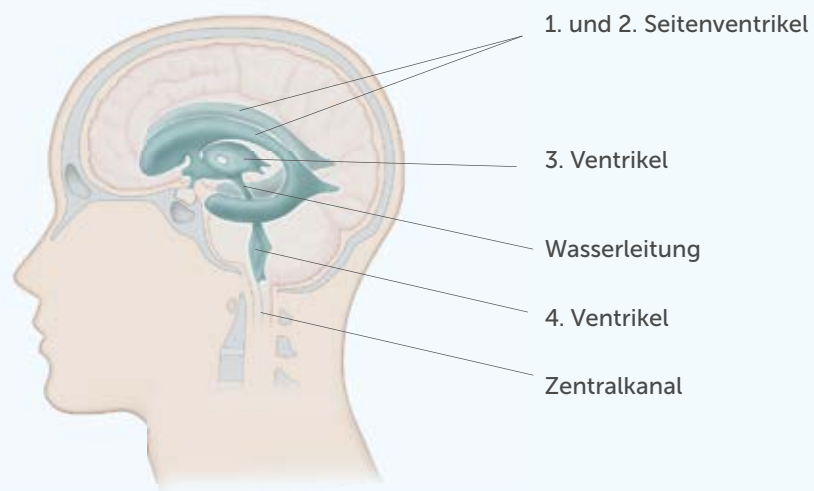


Abb. 26: Innere Liquor-Räume des zentralen Nervensystems

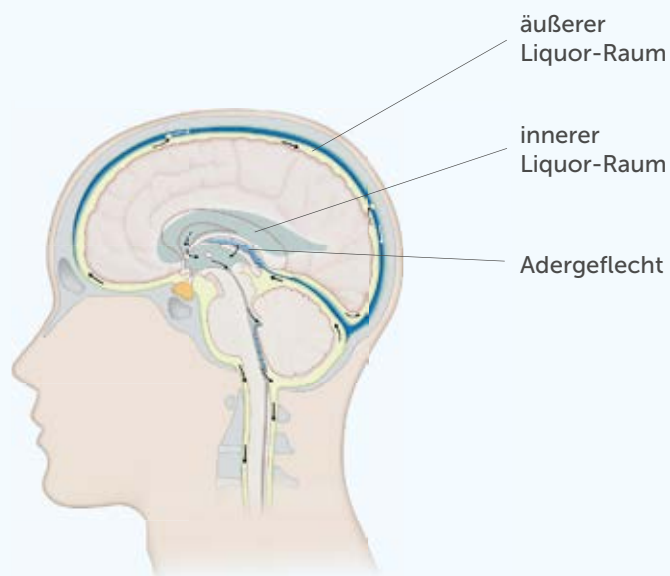
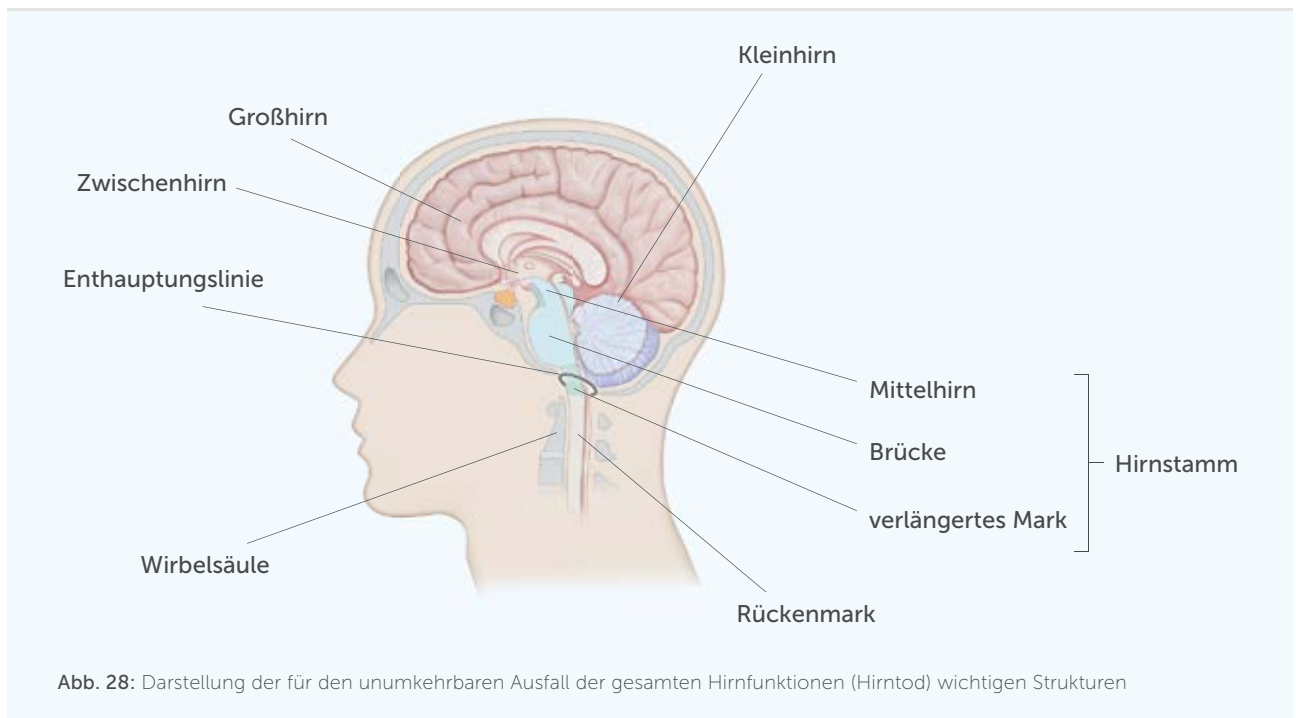


Abb. 27: Darstellung der Liquor-Zirkulation zwischen inneren und äußeren Liquor-Räumen
Die Pfeile geben schematisch die Strömungsrichtung an. Der Liquor wird im Adergeflecht der Hirnkammern gebildet.

Gehirnabschnitte

Im Folgenden wird nur auf die Gehirnabschnitte eingegangen, die für das Verständnis des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) von Bedeutung sind. Diese Abschnitte stellen die anatomische Basis für die Diagnose des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) dar:

- Großhirn
- Kleinhirn
- Hirnstamm



Großhirn

Als Großhirn (Abb. 28) bezeichnet man den größten und entwicklungs- geschichtlich höchst entwickelten Abschnitt des menschlichen Gehirns. Weite Anteile des Großhirns liegen direkt unter der knöchernen Wölbung des Schädels. Nach hinten unten grenzt das Großhirn an das Kleinhirn-Zelt (Abb. 34 a). Das Großhirn besteht aus zwei Hälften, die durch den **Balken** miteinander verbunden sind (Abb. 29).

Balken

Quer verlaufende Verbindung aus Nervenfasern zwischen den beiden Großhirnhälften

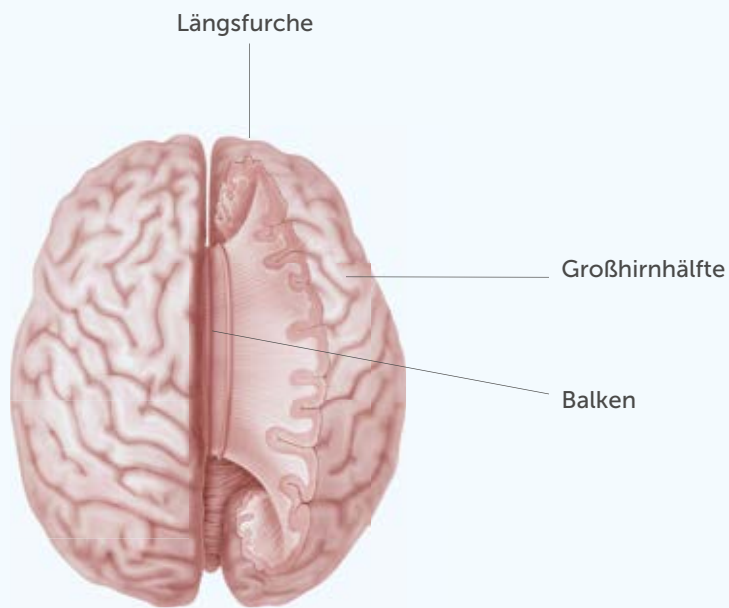


Abb. 29: Ansicht von oben auf das Großhirn

Etwa 80 Prozent der gesamten Gehirnmasse entfallen auf das Großhirn. Das Großhirn ist wesentlich für die höheren Gehirnleistungen wie Willen und bewusstes Empfinden, Denken und Fühlen sowie Kreativität und Gedächtnis. Ihm kommt damit eine zentrale Rolle für das menschliche Bewusstsein zu. Ist die Großhirnrinde (auch Hirnmantel genannt) zum Beispiel durch einen Unfall, Sauerstoff- oder Durchblutungsmangel zerstört oder sind Verbindungen der gesamten Großhirnrinde zu den tiefer liegenden Gehirnteilen unterbrochen, dann ist das Bewusstsein über sich selbst oder die Umwelt aufgehoben. Dieser Zustand wird als Apallisches Syndrom oder in der Laiensprache als Wachkoma bezeichnet (siehe S. 77).

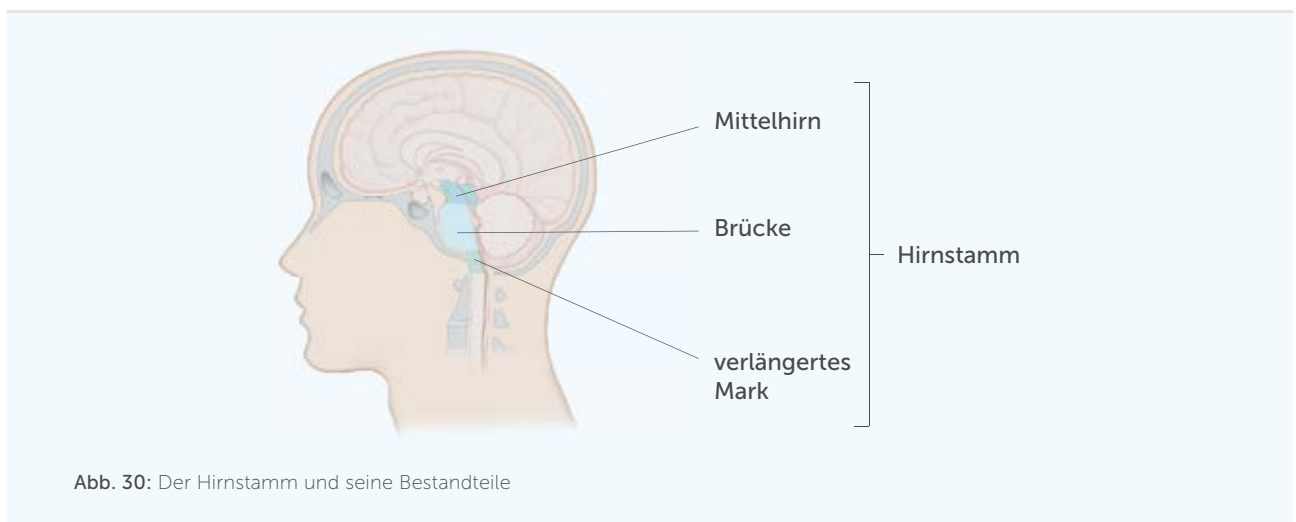
Kleinhirn

Das Kleinhirn (Abb. 28) liegt im hinteren, unteren Bereich des Schädels, unterhalb des Kleinhirn-Zeltes (Abb. 34 a). Das Kleinhirn wird nach oben durch das Kleinhirn-Zelt vom Großhirn abgegrenzt. Unmittelbar vor dem Kleinhirn liegen Anteile des Hirnstamms. Das Kleinhirn nimmt nur etwa ein Siebtel des Volumens des Großhirns ein. Ebenso wie dieses unterteilt man das Kleinhirn in zwei Hälften. Durch eine Vielzahl von Nervenbahnen ist es mit dem Rückenmark, dem Mittelhirn und über die Brücke mit dem Großhirn und dem Gleichgewichtsorgan verbunden. Diese Verbindungen ermöglichen die Arbeit des Kleinhirns als Koordinationszentrum von Bewegungsabläufen, Gleichgewicht und Körperstellungswahrnehmung. Es spielt eine wesentliche Rolle bei feinen Bewegungsfolgen und komplexen Bewegungen wie zum Beispiel Tanzen und Radfahren.

Hirnstamm

Der Hirnstamm liegt mittig in der Tiefe des Schädels. Er tritt unterhalb des Groß- und Kleinhirns durch den Schlitz des Kleinhirn-Zeltes und wird von diesen teilweise überdeckt. Nach unten hin geht er in das Rückenmark über. Der Hirnstamm wird in drei Anteile gegliedert (Abb. 30):

- Mittelhirn
- Brücke
- verlängertes Rückenmark



Der Hirnstamm ist für das Funktionieren des Gehirns und das Überleben des gesamten Organismus unverzichtbar. Er bildet die zentrale Schnittstelle zwischen Großhirn, Kleinhirn und Rückenmark und leitet die eintreffenden Informationen in verschiedener Weise weiter. Der Hirnstamm selbst reguliert verschiedene Körperfunktionen. Er steuert die Atmung und das Schwitzen und nimmt Einfluss auf Herzfrequenz, Blutdruck, Rhythmus von Wachen und Schlafen und den Salz- und Flüssigkeitshaushalt. Zudem ist er für wichtige Reflexe wie den Pupillen-, Lidschluss-, Grimassier-, Schluck-, Würge- oder Husten-Reflex verantwortlich.

Blutversorgung des Gehirns

Obwohl bei einem 75 Kilogramm schweren Erwachsenen die Masse des Gehirns von circa 1,5 Kilogramm nur ungefähr 2 Prozent der Gesamtmasse ausmacht, wird das Gehirn mit etwa 20 Prozent des zirkulierenden Blutes versorgt. Das liegt an seinem großen Energie- und Sauerstoffbedarf: Das Gehirn verfügt über keinerlei Nährstoff- oder Sauerstoffreserven. Dadurch ist es vollkommen abhängig von der kontinuierlichen Blutzufuhr.

Die Blutzufuhr (Abb. 31) und damit die Versorgung des Gehirns mit Sauerstoff wird im Wesentlichen von zwei **Arterienpaaren** übernommen: den inneren Halsschlagadern und den Wirbelschlagadern. Die beiden Wirbelschlagadern laufen am Hirnstamm zu einer gemeinsamen Schlagader zusammen (Arteria basilaris). Diese vereinigt sich wiederum mit den beiden inneren Hirnschlagadern zu einem ringförmigen Arterienkreis, der unterhalb des Gehirns liegt. Von diesem „Kreisverkehr“ gehen wiederum drei Arterienpaare ab, die das zentrale Nervensystem innerhalb des Schädels versorgen: die vordere, mittlere und hintere Hirnschlagader.

Arterien

Schlagadern, die das Blut vom Herzen wegführen

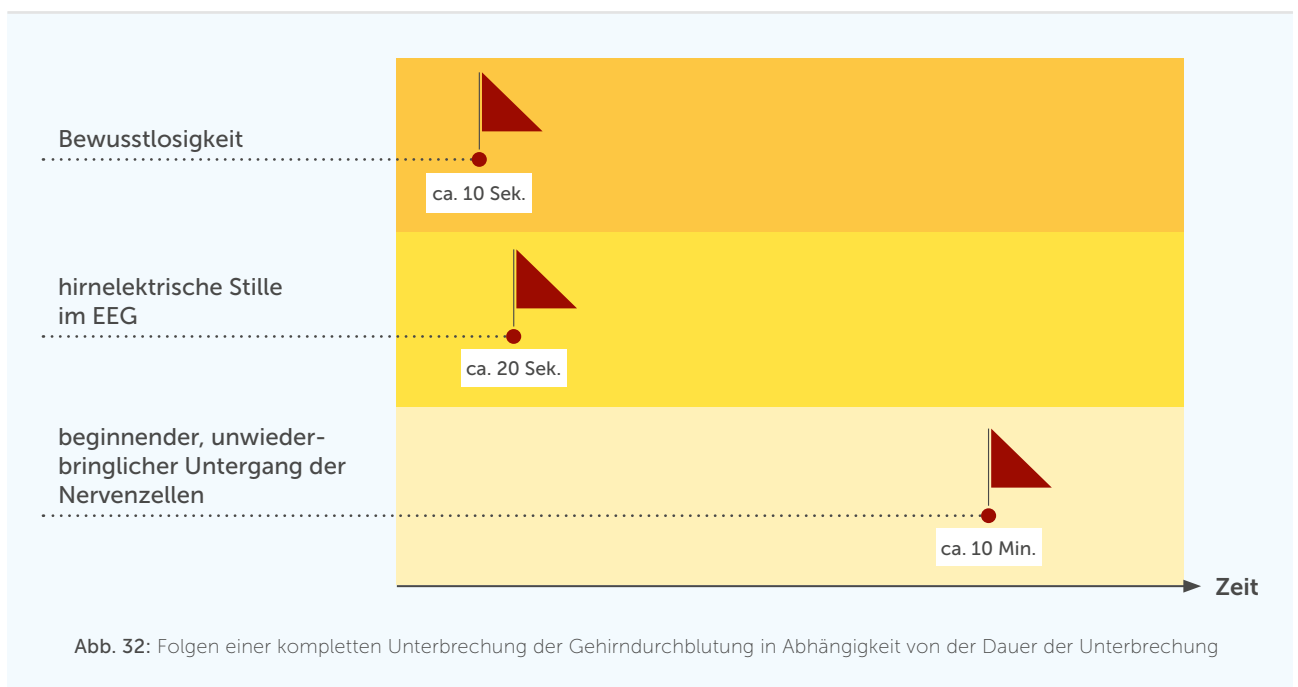


Abb. 31: Ansicht von unten auf das zentrale Nervensystem im Schädel

2. Schädigungen des Gehirns und ihre Folgen

Wird die Blutversorgung des Gehirns unterbrochen, kommt es zur Schädigung von Gehirnzellen. Bereits eine Sauerstoffunterbrechung von etwa zehn Sekunden schädigt die Funktion der Gehirnzellen und führt zur Bewusstseinsstrübung (Ohnmacht). Hält die Unterbrechung etwa zehn Minuten an, entstehen Strukturschäden am Gehirngewebe: Die Gehirnzellen beginnen abzusterben (Abb. 32). Nervenzellen im Gehirn sind kaum teilungsfähig.

Eine Besserung von Gehirnfunktionen nach einer Schädigung findet in der Regel über die Umorganisation des Gehirns mit dem Verknüpfen neuer Nervenzellverbindungen oder der Aktivierung verbliebener Gehirngewebeanteile statt. Bleibt der gesamte Schädelinnenraum ohne Durchblutung, ist diese Umorganisation nicht mehr möglich. Unter tagelanger Fortsetzung einer maschinellen Beatmung in dieser Situation kann es zu einer Verflüssigung von Teilen des Gehirns bei schlagendem Herzen kommen (siehe S. 125).



Art und Ausmaß bleibender Schäden nach mangelnder Gehirndurchblutung und damit mangelnder Sauerstoffversorgung hängen unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- von der Lage der betroffenen Gehirnregion,
- von der Dauer der mangelnden Durchblutung und Versorgung,
- davon, ob es sich um einen räumlich begrenzten oder allgemeinen Mangelzustand handelt,
- vom Alter der Patientin bzw. des Patienten.

Gehirnschädigungen können mehrere Ursachen haben. Generell wird zwischen primären und sekundären Gehirnschädigungen unterschieden.

Primäre Gehirnschädigungen

Bei einer primären Gehirnschädigung ist die Struktur des Gehirns direkt betroffen. Dies kann zum Beispiel durch Durchblutungsstörungen im Gehirn (Hirnfarkt), Gehirntumore, Schädel-Gehirn-Verletzungen oder Gehirnentzündungen geschehen (Abb. 33).

Primäre Gehirnschädigungen werden noch weiter nach ihrer Lage im Gehirn eingeteilt (Abb. 34 a): Primäre infratentorielle Schädigungen betreffen das Kleinhirn und Anteile des Hirnstamms. Primäre supratentorielle Schädigungen betreffen das Großhirn und das Zwischenhirn (eine Schaltstelle zwischen Großhirn und Hirnstamm). Sie werden voneinander abgegrenzt durch das sogenannte Kleinhirn-Zelt (Tentorium cerebelli).



a)

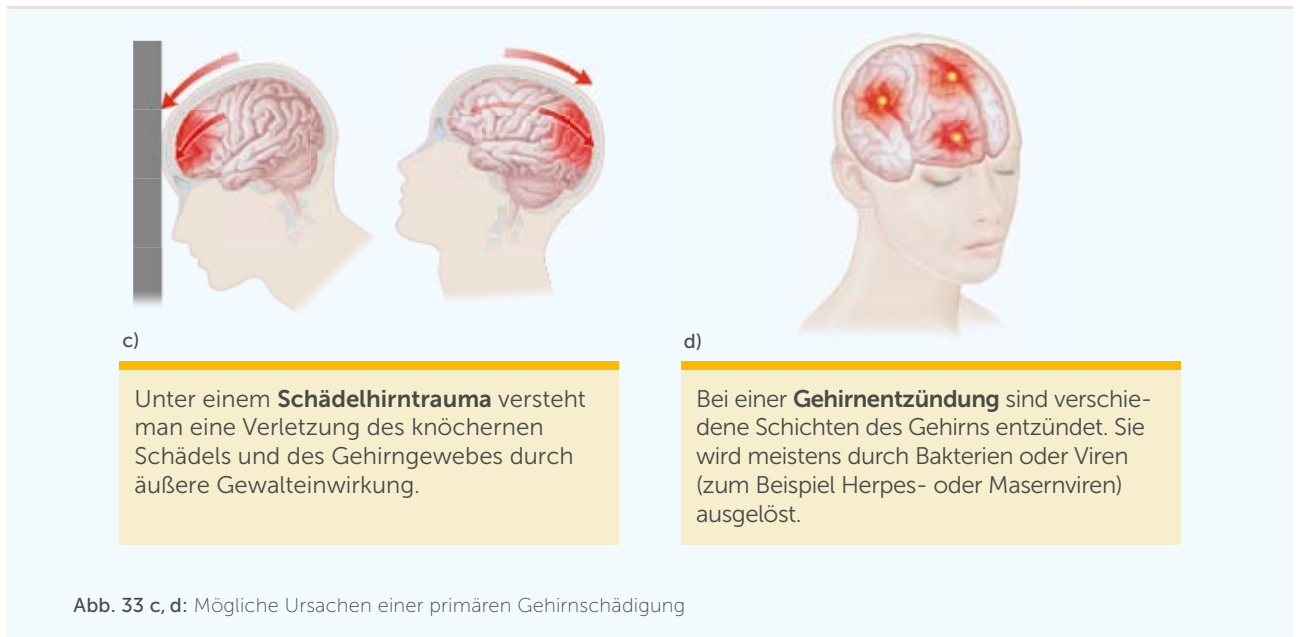
Unter einem **Gehirninfarkt** versteht man das Absterben von Gehirngewebe nach einer Minderdurchblutung.



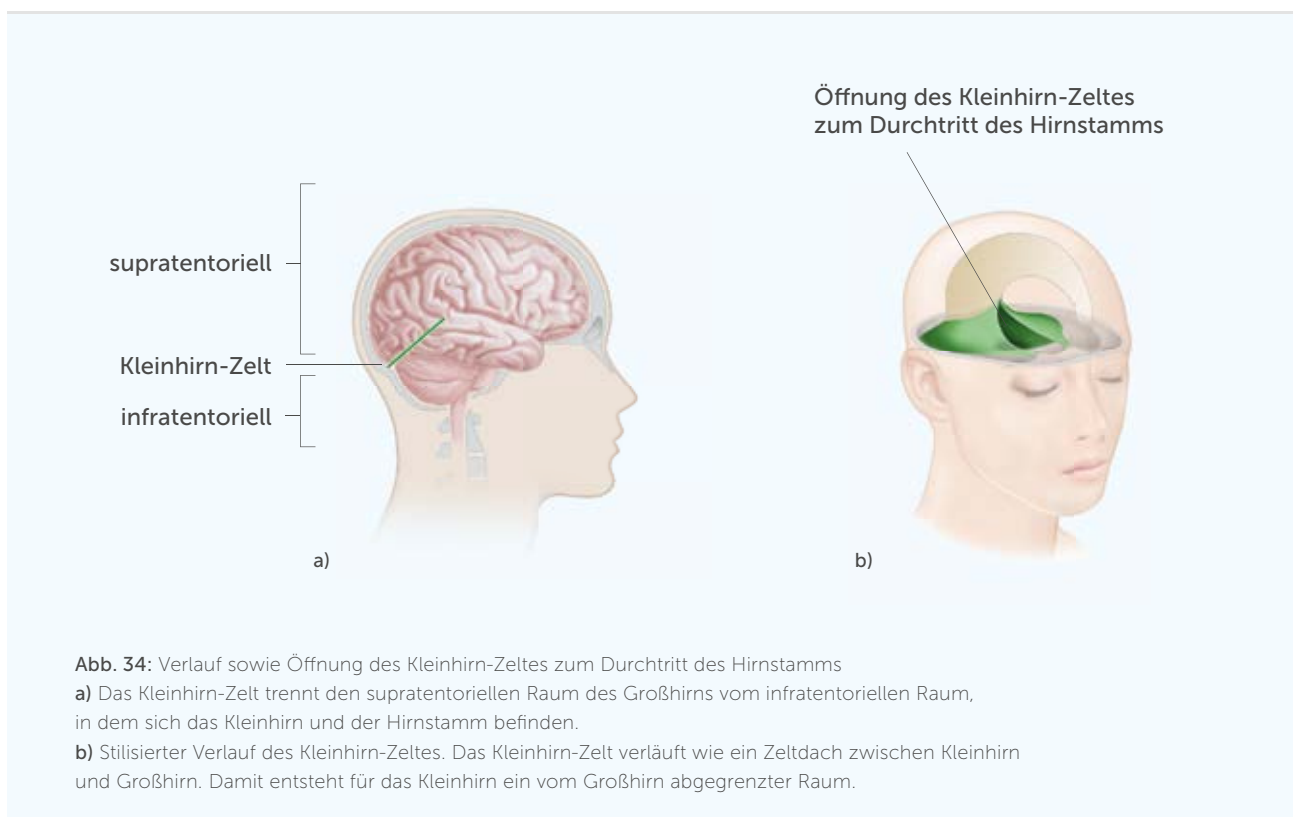
b)

Unter der Bezeichnung **Gehirntumor** fasst man umgangssprachlich Geschwülste im Schädelinneren, die schneller oder langsamer wachsen können, zusammen.

Abb. 33 a, b: Mögliche Ursachen einer primären Gehirnschädigung



Das Kleinhirn-Zelt ist eine Verdopplung der harten Hirnhaut und besteht aus zwei Schenkeln. Zwischen beiden Schenkeln befindet sich eine Öffnung, der Kleinhirn-Zelt-Schlitz. Durch diesen Schlitz zieht der Hirnstamm. Der Raum oberhalb des Kleinhirn-Zeltes wird supratentoriell und der Raum unterhalb infratentoriell genannt.



Sekundäre Gehirnschädigungen

Eine sekundäre Gehirnschädigung entsteht, wenn das Gehirn indirekt, aufgrund einer anderen Störung im Körper, geschädigt wird. Dies kann zum Beispiel die Folge einer Unterversorgung des Körpers mit Sauerstoff oder Zucker oder eines Kreislaufstillstands sein, bei dem Herzschlag bzw. Atmung zum Erliegen kommen. Sekundäre Gehirnschädigungen können innerhalb von Minuten, aber auch Tage (seltener Wochen) nach dem schädigenden Ereignis auftreten.

Ausgangspunkt für die Entstehung eines unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen können somit unterschiedlich schwere Gehirnschädigungen sein. Auf ihrem Boden kann sich eine lebensbedrohende, nicht behebbare Mangel durchblutung oder Einklemmung des Gehirns entwickeln.

Entstehung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Der Schädel enthält neben dem Gehirn noch Liquor und Blut. Diese drei Bestandteile teilen sich das Schädelvolumen in etwa wie folgt auf:

- Gehirngewebe: ca. 80 Prozent
- Blut: ca. 10 Prozent
- Liquor: ca. 10 Prozent

Voraussetzung für eine ausreichende Gehirndurchblutung ist ein entsprechender **Hirndurchblutungsdruck** (CPP). Dieser kann näherungsweise aus der Differenz des mittleren arteriellen Blutdrucks (MAP) und des mittleren Schädelinnendrucks (ICP) ermittelt werden: $[CPP \cong MAP - ICP]$.

Steigerung des Schädelinnendrucks: Ursachen und Folgen

Grundsätzlich ist der **Schädelinnendruck** eine dynamische Größe und wird ständig an die Gegebenheiten angepasst (zum Beispiel Toilettengang, Kopfstand, Presswehen).

Nimmt entweder das Volumen des Gehirngewebes, des Blutes oder des Liquors zu, so wird dies zunächst durch eine Volumenabnahme eines anderen Bestandteils ausgeglichen. Dies ist zum Beispiel möglich, indem der Liquor in den Spinalkanal verschoben oder wieder ins Blut aufgenommen wird. Der **Schädelinnendruck steigt** in dieser Phase nicht an.

Hirndurchblutungsdruck (CPP)

Derjenige Druck, mit dem das Gehirngewebe durchblutet wird. Er wird berechnet und lässt sich näherungsweise wie folgt ermitteln: $CPP \cong MAP - ICP$. Der Normwert für den CPP bei Erwachsenen liegt zwischen 50 und 70 mmHg. Grundsätzlich ist eine Autoregulation zwischen 60 und 150 mmHg möglich. Im medizinischen Alltag wird die sich aus dem Englischen ableitende Abkürzung CPP für „cerebral perfusion pressure“ verwendet.

Schädelinnendruck (ICP)

Druck, der innerhalb des Schädels im Gehirn und im Liquor-Raum vorhanden ist (intrakranieller Druck). Der normale Schädelinnendruck liegt in der Regel unter 15 mmHg. Im medizinischen Alltag wird die sich aus dem Englischen ableitende Abkürzung ICP für „intracranial pressure“ verwendet.

i Anstieg des Schädelinnendrucks

Eine akute Steigerung des Schädelinnendrucks über Stunden oder Tage ist stets lebensbedrohlich. Erste Anzeichen einer akuten Drucksteigerung sind Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen mit Beeinträchtigung von Sehvermögen, Aufmerksamkeit, Konzentration und Gleichgewicht. Im weiteren Verlauf kommt es zum Koma, der Herzschlag wird langsamer, der Blutdruck steigt an und der Atemantrieb erlischt.

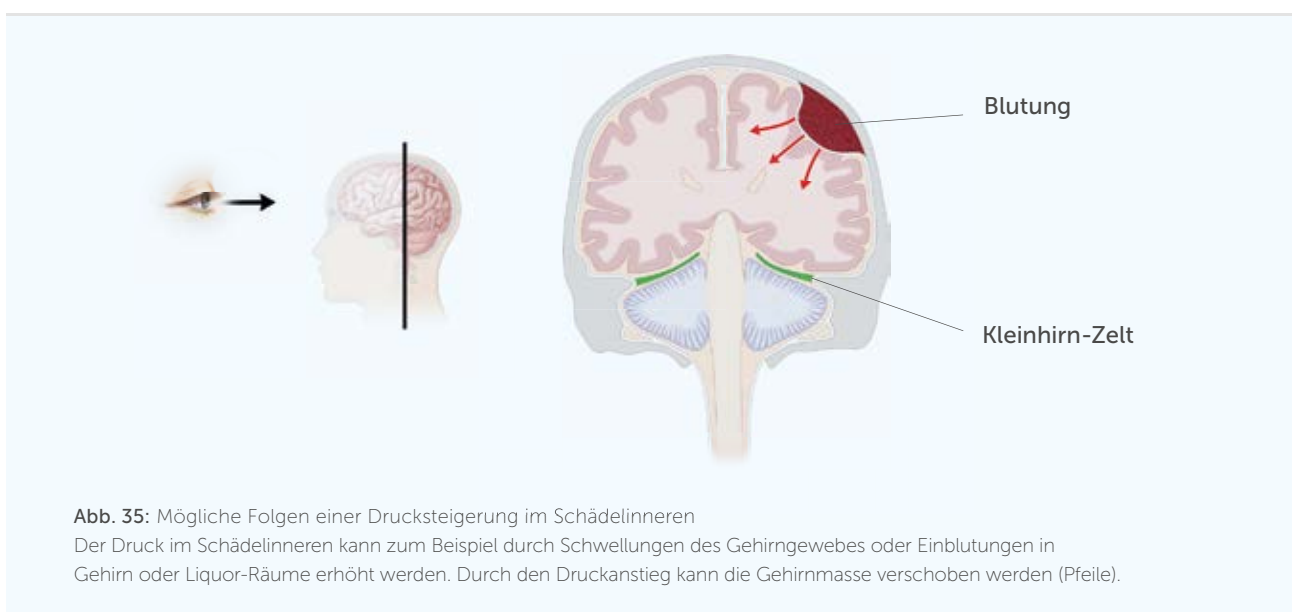
Während kleinere und langsamere Volumenverschiebungen ohne Störung der Gehirnfunktionen ausgeglichen werden können, ist dies bei größeren und schnelleren Volumenverschiebungen nicht möglich. Bei einer Gehirnschädigung schwillt die Gehirnmasse an und benötigt dadurch mehr Raum (Abb. 35, 36). Der Schädel verknöchert bereits in den ersten Lebensjahren. Daher lässt er nur eine sehr geringfügige Volumenzunahme ohne Steigerung des Schädelinnendrucks zu. Mit Anstieg des Schädelinnendrucks nimmt der Hirndurchblutungsdruck ab. Beim Erwachsenen gilt ein länger anhaltender Hirndurchblutungsdruck von deutlich unter 50 mmHg als kritisch, weil dann eine Minderdurchblutung des Gehirns zu erwarten ist.

Die mit einem ansteigenden Schädelinnendruck einhergehende Gehirnschwellung schädigt das Gehirn im Wesentlichen auf zwei Arten:

1. durch die Minderdurchblutung. Diese bewirkt eine Mangelversorgung mit Sauerstoff und Zucker sowie dann folgend eine Gehirngewebeschwellung mit
2. einer Verschiebung der Gehirnteile in Richtung **Hirnsichel**, Kleinhirnzelt-Schlitz (vgl. Abb. 34) bzw. in Richtung des Hinterhauptslochs mit nachfolgenden Einklemmungen von Gehirngewebe (Abb. 36).

Hirnsichel

Dopplung der harten Hirnhaut zwischen den Großhirnhälften oberhalb des Balkens



Die Gehirn-Minderdurchblutung als mögliche lebensbedrohliche Komplikation einer Schädelinnendruck-Erhöhung

Falls nicht früh therapeutisch eingegriffen wird oder eine Entfernung eines Teils des Schädels zur Schaffung eines Ausgleichsraums und damit zur Druckentlastung nicht mehr möglich ist, tritt folgender Verlauf unaufhaltbar ein: Steigt der Schädelinnendruck nach Ausschöpfung der Reservieräume weiter, sinkt schließlich die Gehirndurchblutung und damit auch die Versorgung mit Sauerstoff und Zucker. Diese Minderdurchblutung schädigt das Gehirn zusätzlich, und es reagiert hierauf mit einer weiteren Schwellung. Dies hat einen weiteren Anstieg des Schädelinnendrucks zur Folge. Die resultierenden Verschiebungen von Gehirnteilen führen zum Abquetschen der Blut- und Nervenwasserwege. Es entsteht ein Rückstau, der bei weiter steigendem Schädelinnendruck zum Stillstand der Gehirndurchblutung führt. Dieser Kreislauf führt schließlich zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod).

Die „Einklemmung“ als mögliche lebensbedrohliche Komplikation einer Schädelinnendruck-Erhöhung

Patientinnen bzw. Patienten, bei denen die Gefahr eines Schädelinnendruckanstiegs besteht, müssen engmaschig überwacht und therapeutisch versorgt werden. Dies kann zum Beispiel außer der künstlichen Beatmung und der Verabreichung von Medikamenten auch eine Operation zur Entlastung des Schädelinnendrucks umfassen.

Falls der steigende Schädelinnendruck nicht mehr ausgeglichen werden kann, wird das Gehirngewebe in Richtung des Hinterhauptslochs verschoben (Massenverschiebung, Abb. 36 b–c) und dabei geschädigt. Bei einer Massenverschiebung im Bereich des Großhirns kann zunächst eine „obere Einklemmung“ entstehen: Anteile einer Großhirnhälfte werden unter die Hirnsichel zur Gegenseite gepresst. Dabei kann die vordere Hirnschlagader abgedrückt werden. Im dem von ihr versorgten vorderen Gehirngebiet kann dies vielfältige Ausfälle von Hirnfunktionen zur Folge haben.

Der erhöhte Schädelinnendruck wirkt sich auch auf die weiter unterhalb gelegenen Gehirnstrukturen aus. Dies kann zur „mittleren Einklemmung“ führen. Dabei kommt es zum Einquetschen von unteren mittigen Schläfenhirnteilen in den Tentorium-Schlitz. Hierbei werden zumeist der III. Hirnnerv sowie die ihn streckenweise begleitende hintere Hirnschlagader gequetscht. Dadurch entstehen auf derselben Seite eine weite Pupille und ein Gewebeuntergang in der Sehrinde, einem bestimmten Bereich des Großhirns. Auch der Hirnstamm kann in den Tentorium-Schlitz eingeklemmt werden und bereits zu diesem Zeitpunkt, ebenso wie bei der „unteren Einklemmung“, Störungen des Atemantriebs bis hin zum Atemstillstand hervorrufen.

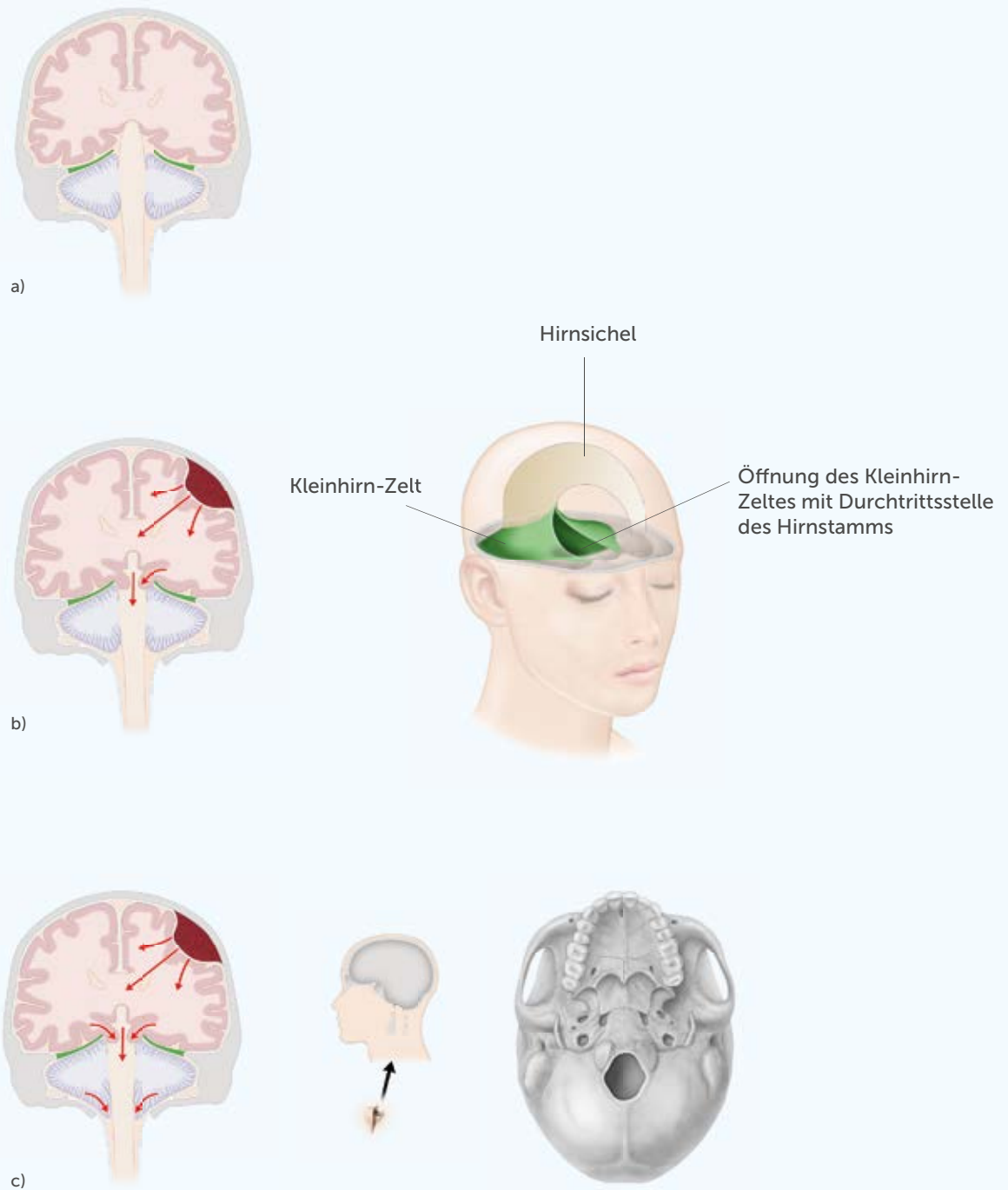


Abb. 36: Gehirn bei normalem Druck im Schädelinneren (a) und bei steigendem Schädelinnendruck (b, c)

a) Gehirn bei normalen Druckverhältnissen

b) Als Folge eines stark erhöhten Schädelinnendrucks schwillt das Gehirn an und wird nach unten in Richtung Hinterhauptsloch gedrückt. Es kann zu einer Einklemmung der Großhirnabschnitte unter die Hirnsichel zur Gegenseite (obere Einklemmung) und in den Schlitz des Kleinhirn-Zeltes (Tentorium-Schlitz) kommen (mittlere Einklemmung).

c) Steigt der Schädelinnendruck weiter an, kann es zur Einklemmung von Abschnitten des Kleinhirns in das Hinterhauptsloch kommen (untere Einklemmung). Das verlängerte Mark im Hirnstamm wird seitlich gequetscht. Es besteht die Gefahr, dass das Atemzentrum, das in diesem Abschnitt liegt, geschädigt wird und es zum plötzlichen Atemstillstand kommt.

Außerdem kann die Einengung zu einem hohen Blutdruck und einer Verlangsamung des Herzschlags führen. Mit weiterer Drucksteigerung im Schädelinneren und Verschiebung von Gehirnteilen von oben nach unten werden schließlich untere Anteile des Kleinhirns in das Hinterhauptloch gepresst („untere Einklemmung“, Abb. 36 c). Dadurch wird das verlängerte Mark im Hirnstamm seitlich gequetscht. Es besteht die Gefahr, dass das Atemzentrum, das in diesem Abschnitt liegt, geschädigt wird und es zum plötzlichen Atemstillstand kommt.

Allen zuvor beschriebenen Phänomenen ist gemeinsam, dass sie eine Minderdurchblutung hervorrufen, die in der Folge zu weiteren Gewebeschwellungen mit weiter ansteigendem Schädelinnendruck führt. Zusätzlich sind zwei weitere Faktoren bedeutsam, die jeweils die bereits gefährliche Druckentwicklung in Richtung eines tödlichen, sich selbst verstärkenden Prozesses lenken:

- a) Sowohl bei der „mittleren“ als auch bei der „unteren“ Einklemmung werden die Abflusswege des Liquors behindert oder verschlossen. Da die Liquor-Produktion nicht aufhört, staut sich der Liquor innerhalb des Schädels und erhöht den Druck zusätzlich.
- b) In ähnlicher Weise werden bei den genannten Einklemmungen auch die Venenabflüsse abgequetscht, sodass das Blut zunächst noch herein-, aber nicht mehr aus dem Schädel hinausfließen kann. Auch dieses sogenannte Aufstauphänomen erhöht zusätzlich den Schädelinnendruck.

Ist der krankhafte Verlauf weit fortgeschritten, ist er ab einem gewissen Punkt weder medikamentös noch operativ aufzuhalten. Die hochkomplexe Regulation im Schädelinnenraum bricht zusammen. Die Gehirndurchblutung kommt zum Erliegen und die Nervenzellen sterben ab. Dies führt zum unumkehrbaren Funktionsverlust von Großhirn, Kleinhirn und Hirnstamm. Der Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) tritt ein.

Weitere Arten von Gehirnschädigungen

Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) wird von vielen Menschen immer wieder mit dem Koma, dem Apallischen Syndrom (umgangssprachlich „Wachkoma“ genannt) oder dem Locked-in-Syndrom verwechselt.

Koma

Unter Bewusstsein wird die Fähigkeit verstanden, die Umwelt wahrzunehmen und grundsätzlich mit ihr zu kommunizieren. Alle Störungen des Bewusstseins entstehen durch Beeinträchtigungen oder Schädigungen des Gehirns.



Sie können unterschiedliche Ursachen haben und je nach Schweregrad unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Anatomisch ist das Bewusstsein hauptsächlich an die Funktion der Großhirnhälften gebunden, die zum Teil noch wenig verstanden sind. Je stärker diese Strukturen geschädigt sind, desto größer ist die Bewusstseinsstörung.

Die Bezeichnungen „Bewusstlosigkeit“ und „Koma“ sind gleichbedeutend. Das Koma ist eine schwere Form der Bewusstseinsstörung. Patientinnen und Patienten in einem Koma sind nicht durch Ansprache erweckbar und zeigen keine Reaktion auf starke Außenreize (zum Beispiel Reize der Hör-, Seh-, Fühl- oder Schmerzrezeptoren). In oberflächlichen Koma-Stadien sind reflektorische (aber keine bewussten) Bewegungen oder Reaktionen auf äußere Reize zu beobachten.

Bewusstlose Patientinnen und Patienten mit Gehirnerkrankungen müssen künstlich beatmet werden. Letztlich können Komata vorübergehender Natur sein. Das tiefe Koma ist nur eines der Symptome des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod); es ist aber nicht mit dem unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) gleichzusetzen. Bei Personen im oberflächlichen Koma sind die Hirnstamm-Reflexe teilweise oder vollständig erhalten. Beim unumkehrbaren Hirnfunktionsausfall sind hingegen alle Hirnstamm-Reflexe ausgefallen.

Die weitere Entwicklung eines Komas hängt von der Schwere der Gehirnschädigung ab. Es kann zu einer Verbesserung des Zustands bis hin zu einer vollständigen Genesung kommen. Aber auch die Einmündung in Zustände von einem Wachkoma, einem Locked-in-Syndrom oder dem unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) sind möglich.

Apallisches Syndrom (Wachkoma)

Das Apallische Syndrom (Wachkoma) muss vom Apallischen Durchgangssyndrom unterschieden werden. Letzteres ist prinzipiell rückbildungsfähig. Hält die dem Apallischen Durchgangssyndrom zugrunde liegende Störung länger als zwei Jahre an, spricht man vom Apallischen Syndrom.

Beim Apallischen Syndrom sind die Leitungsbahnen zwischen Großhirn und Hirnstamm weitgehend unterbrochen. Dabei kommt es entweder zu einem funktionellen Ausfall der gesamten Großhirnrinde (äußere Schicht des Großhirns, auch Hirnmantel oder Pallium genannt) oder von größeren Teilen dieser Struktur. Außerdem sind weitere Großhirnanteile betroffen, während die Funktionen von Zwischenhirn, Hirnstamm und Rückenmark erhalten bleiben. Ein Apallisches Syndrom entsteht zum Beispiel als Folge einer Mangel durchblutung oder eines Sauerstoffmangels. Dies kann beispielsweise nach einem vorübergehenden Herzstillstand, nach einer Kohlenmonoxid-Vergiftung oder schweren Schädel-Gehirn-Verletzungen vorkommen.

Bei den Betroffenen besteht eine ausgeprägte Störung der Großhirnfunktionen. Liegt ein Apallisches Syndrom vor, ist die Persönlichkeit der betroffenen Person unwiederbringlich verloren. Die Patienten können nicht sprechen und zeigen keine gezielten Reaktionen auf optische, akustische oder Berührungs- und Schmerzreize. Arme und Beine werden in einer typisch verkrümmten Stellung gehalten, ohne die Fähigkeit zu einer bewussten und zielgerichteten Bewegung. Im Unterschied zu Menschen mit unumkehrbarem Hirnfunktionsausfall, die auch auf Schmerzreize hin die Augen nicht mehr reflektorisch öffnen können, halten Wachkomapatienten gelegentlich von selbst ihre Augen offen. Es gibt aber keine erkennbare Blickfixierung oder bewusste Kommunikation mit der Umgebung.

Ein weiterer wichtiger Unterschied zum unumkehrbaren Hirnfunktionsausfall ist, dass die Funktion des Hirnstamms vorhanden ist. Wachkomapatientinnen und Wachkomapatienten atmen in der Regel eigenständig, was bei Menschen mit unumkehrbarem Hirnfunktionsausfall ausgeschlossen ist. Patientinnen und Patienten können im Wachkoma Jahre oder Jahrzehnte überleben. Ob ein Wachkoma unumkehrbar oder doch noch eine Besserung zu erwarten ist, kann frühestens nach einem halben Jahr nach Beginn der Gehirnschädigung beurteilt werden.

Der Eintritt des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) dagegen ist innerhalb von Stunden oder Tagen nach dem Beginn der akuten Gehirnschädigung sicher feststellbar. Eine Erholung der Gehirnfunktionen ist ausgeschlossen.

Locked-in-Syndrom

Beim Locked-in-Syndrom liegt die Schädigung eines bestimmten Hirnstammabschnitts, der Brücke, vor (Abb. 30). Ursachen für eine auf diesen Bereich begrenzte Störung können zum Beispiel Blutungen, Durchblutungsstörungen oder (selten) Tumore sein.

Die Übersetzung von Locked-in mit „eingeschlossen sein“ beschreibt anschaulich den Zustand der betroffenen Menschen: Sie sind bei erhaltenem Bewusstsein regelrecht in ihrem Körper eingesperrt. Obwohl sie wach und bei klarem Bewusstsein sind, sind sie nahezu vollständig gelähmt und daher nicht in der Lage, sich mithilfe von Worten, Mimik oder Gestik zu verständigen. Meist hat die betroffene Person noch die Möglichkeit, durch Blickbewegungen nach oben bzw. durch den Lidschlag mit ihrer Umwelt durch einen Blinzel-Morse-Code in Kontakt zu treten. Hinzu kommt der Ausfall des Schluck- und Würge-Reflexes. Die Spontan-Atmung bleibt oft erhalten. Zur sicheren Beurteilung des Zustands ist eine längere sorgfältige Beobachtung nötig. Menschen mit einem Locked-in-Syndrom haben eine nahezu ungestörte Funktion der Großhirnrinde, die sich im Elektroenzephalogramm (EEG, siehe S. 98) nachweisen lässt.

Koma, Wachkoma und Locked-in-Syndrom lassen sich also eindeutig vom unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) abgrenzen.



3. Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik)

Es ist möglich, dass sich der Zustand einer Patientin oder eines Patienten im Koma trotz bekannter Ursache kontinuierlich verschlechtert und auch durch Intensivtherapie nicht beeinflusst werden kann. Dies kann der Fall sein, wenn die gesamte Gehirndurchblutung bei steigendem Schädelinnendruck abnimmt und auch der klinische Verdacht auf den Ausfall der Hirnstamm-Reflexe besteht. Typisch sind klinische Hinweise wie zum Beispiel, dass

- die Pupillen plötzlich weit werden und nicht mehr auf Licht reagieren,
- die betroffene Person beim Absaugen der Atemwege nicht mehr reflexartig mit Husten reagiert,
- die Messwerte von Schädelinnendruck (ICP) und mittlerem arteriellen Druck (MAP) sich annähern und damit auf eine mangelnde Gehirndurchblutung hinweisen,
- die hirnersorgenden Arterien in der transkraniellen Doppler-Sonographie ein Pendelfluss-Muster zeigen (Abb. 49 b).

Die Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) dient als Methode zur Todesfeststellung in der Intensivmedizin. Sie erfolgt ausschließlich dazu, um Klarheit über den Zustand der betroffenen Person zu verschaffen. Zu diesem Zeitpunkt gibt es keinen Bezug zur Transplantationsmedizin. Der Nachweis des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen erfolgt unabhängig von einer danach medizinisch möglichen Organ- oder Gewebeentnahme.

Anforderungen an die ärztliche Qualifikation

Die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der Hirnfunktionen (Hirntod) stellt ein spezielles Verfahren dar. Daher werden besondere Anforderungen an die feststellenden und dokumentierenden Ärztinnen und Ärzte gestellt:

- Die Untersuchungen werden von Fachärztinnen und Fachärzten durchgeführt. Bei Erwachsenen muss mindestens ein Untersucher eine Fachärztin oder ein Facharzt für Neurologie oder Neurochirurgie sein.
- Die Untersuchenden verfügen über eine mehrjährige Erfahrung in der Intensivbehandlung von Patientinnen und Patienten mit schweren Gehirnschädigungen auf Intensivstationen.

- Zusätzlich müssen sie Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten besitzen, um die Notwendigkeit zur Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) zu prüfen und um die klinischen Untersuchungen durchführen zu können. Dies beinhaltet auch die Qualifikation, die Ergebnisse der angewandten ergänzenden apparativen Untersuchungen und Zusatzdiagnostiken (siehe 97 f) beurteilen zu können.

Zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bei Kindern bis zum vollendeten 14. Lebensjahr gibt es besondere Anforderungen: Einer der beiden fachärztlichen Untersucher muss Kinderärztin oder Kinderarzt sein. Im Vergleich zum Erwachsenenalter gilt es, unterschiedliche Gegebenheiten eines noch nicht ausgereiften Nervensystems zu berücksichtigen, insbesondere wenn Kleinkinder oder Neugeborene zu untersuchen sind.

Im Falle einer späteren möglichen Organ- und Gewebespende dürfen beide Fachärzte weder an der Entnahme noch an der Übertragung der Organe und/oder Gewebe der Spenderin oder des Spenders beteiligt sein. Sie dürfen auch nicht Weisungen einer Ärztin bzw. eines Arztes unterstehen, die oder der an diesen Maßnahmen beteiligt ist (siehe S. 137, Paragraph 5 Transplantationsgesetz).

Anforderungen an die Dokumentation und Archivierung der Untersuchungsergebnisse

Neben der ärztlichen Qualifikation sind auch die Anforderungen an die Dokumentation und Archivierung der Untersuchungsergebnisse in der Richtlinie zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgehalten. Dies soll gewährleisten, dass die Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) korrekt durchgeführt wird.

Zusätzlich wird das Vorgehen der Untersuchenden nachvollziehbar und überprüfbar. So müssen nach Vorgabe der Richtlinie die diagnostischen Voraussetzungen sowie die Ergebnisse der klinischen und ergänzenden Untersuchungen in Protokollbögen mit Angabe des Datums, der Uhrzeit und den Namen der untersuchenden Fachärztinnen und Fachärzte festgehalten werden (Abb. 23 a, b). Jeder Untersucher füllt einen eigenen Protokollbogen aus. Die Protokollbögen können durch zusätzliche handschriftliche Aufzeichnungen ergänzt werden und weitere Diagnoseergebnisse enthalten. Auch der Name des Arztes muss dokumentiert werden, der den Bericht über die ergänzenden Untersuchungen (Abb. 23 a, b) und die Beurteilung dieses Befundes unterschrieben und damit die Verantwortung dafür übernommen hat.



Auf diese Weise soll sichergestellt werden, dass ausschließlich entsprechend der Richtlinie qualifizierte Ärztinnen und Ärzte den unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) feststellen und dokumentieren.

Auch die Feststellung des Todes durch Nachweis des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) als sicheres Todeszeichen wird dokumentiert. Es ist objektiv nicht feststellbar, WANN genau der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen eingetreten ist. Festgestellt wird vielmehr, DASS er zweifelsfrei eingetreten ist. Der Zeitpunkt der Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) gilt juristisch als Todeszeitpunkt. Als Todeszeitpunkt wird die Uhrzeit registriert, zu der die Diagnose und die Dokumentation des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) von beiden Untersuchern vollständig erbracht und abgeschlossen sind. Wenn einer der beiden Untersuchenden Zweifel hat, wird die Diagnose eines unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) zu diesem Zeitpunkt nicht gestellt.

Alle Protokollbögen werden archiviert. Kommt es nach der Todesfeststellung zu einer Organ- oder Gewebespende, müssen die Protokollbögen entsprechend den in Paragraph 15 des Transplantationsgesetzes (siehe S. 138) geregelten Aufbewahrungs- und Löschfristen mindestens 30 Jahre archiviert werden.

Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) ab Beginn des dritten Lebensjahres

Die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) erfolgt stets nach einem dreistufigen Schema (Abb. 37):

1. Prüfung der Voraussetzungen für die Durchführung der Diagnostik
2. Feststellung der klinischen Symptome des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen
3. Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Irreversibilitätsnachweis)

Grundsätzlich gilt, dass der jeweils nächste Schritt erst dann durchgeführt werden darf, wenn der vorherige abgeschlossen ist.

Prüfung der Voraussetzungen für die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen

Zunächst wird geprüft, ob die Voraussetzungen für die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) gegeben sind (Abb. 37). Hierzu müssen Art und Ursache der Hirnschädigung bekannt sein. Mögliche vorübergehende Ursachen für den Ausfall der Hirnfunktionen müssen ausgeschlossen werden. Erst wenn diese Voraussetzungen sicher vorhanden sind, werden die klinischen Symptome des Ausfalls der Hirnfunktionen und deren Unumkehrbarkeit überprüft.

Vorliegen einer akuten schweren Gehirnschädigung

Die tiefe Bewusstlosigkeit (gleichbedeutend: tiefes Koma) ist ein typisches Zeichen einer schweren Gehirnschädigung. Es muss zweifelsfrei nachgewiesen werden, dass eine akute schwere primäre oder sekundäre Gehirnschädigung verantwortlich für das Koma und andere Gehirnausfälle ist. Hierzu müssen Ursache, Art und Schwere der Gehirnschädigung anhand der Krankengeschichte sowie durch Untersuchungen eindeutig belegt werden. Dafür können auch **bildgebende Verfahren** wie zum Beispiel die **Computertomographie (CT)** zum Einsatz kommen; dies ist allerdings nicht zwingend in der Richtlinie vorgeschrieben.

Liegt eine primäre Gehirnschädigung vor, muss zusätzlich zwischen einer infratentoriellen und einer supratentoriellen Gehirnschädigung (siehe Abb. 34 a) unterschieden werden, da hiervon die bei der Diagnostik zu beachtenden Verfahrensschritte abhängig sind.

Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) ab Beginn des dritten Lebensjahres

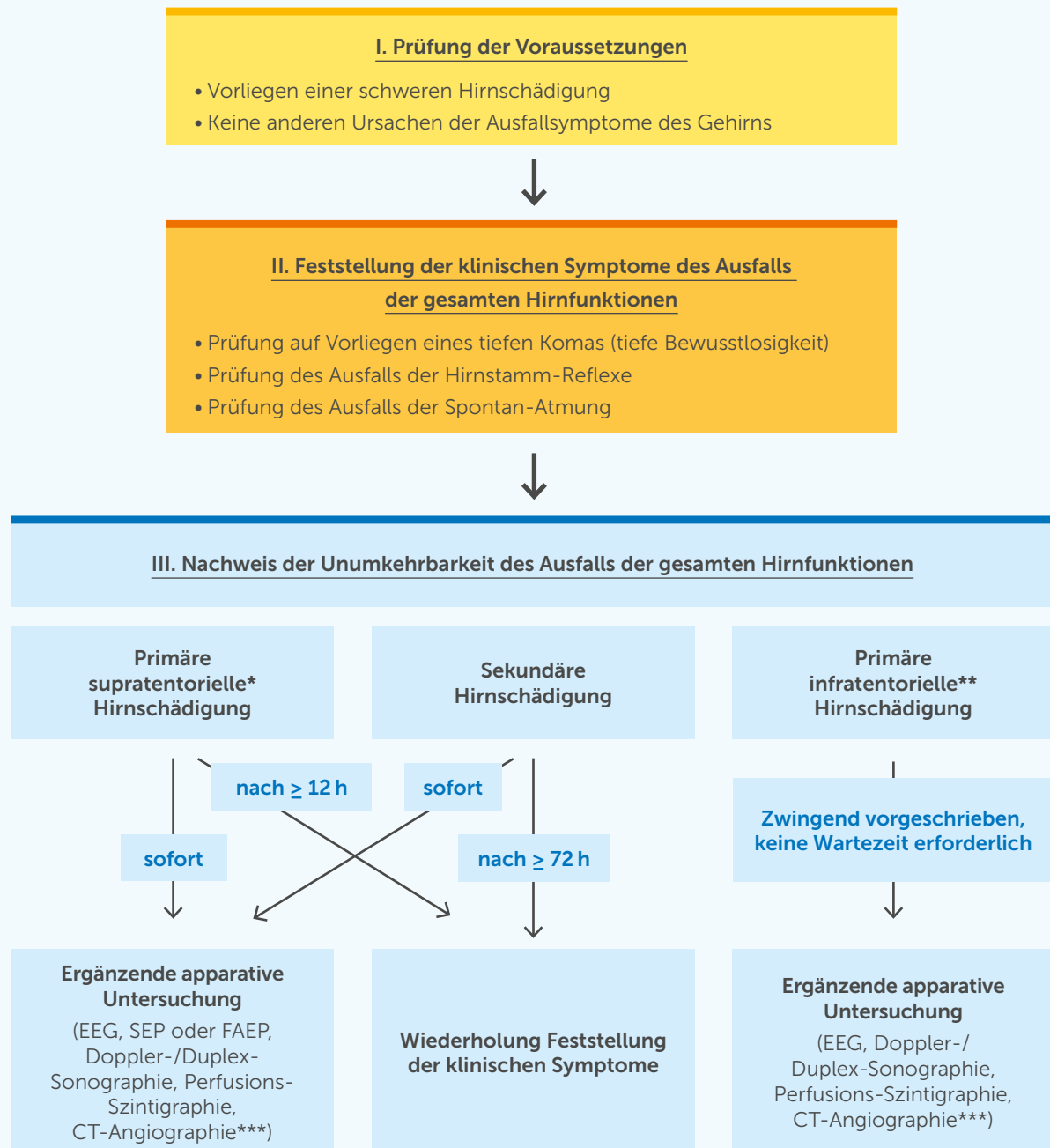


Abb. 37 Schema zur Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) ab Beginn des dritten Lebensjahres.

Schema verändert nach: Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG, Vierte Fortschreibung, 2015, S. 21.

* Primäre supratentorielle Schädigungen betreffen das Großhirn und das Zwischenhirn.

** Primäre infratentorielle Schädigungen betreffen das Kleinhirn und den Hirnstamm.

*** Zu den einzelnen Untersuchungen siehe Richtlinie zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (www.bundesaerztekammer.de; Menüpunkt: Richtlinien).

Infratentoriell und supratentoriell sind Lagebezeichnungen, die die räumliche Position anatomischer Strukturen im Schädelinnenraum angeben. Der Raum oberhalb des Kleinhirn-Zeltes (Abb. 34 a) wird supratentoriell und der Raum unterhalb infratentoriell genannt. Die Befunde sind an der entsprechenden Stelle in den Protokollbögen (siehe S. 57 f.) einzutragen.

Bildgebende Verfahren

Bildgebende Verfahren sind diagnostische Maßnahmen, die Bilder aus dem Körperinneren des Menschen liefern. Sie kommen häufig zur Darstellung krankhafter Gewebeveränderungen zum Einsatz und stellen Befunde visuell dar. Zu den bildgebenden Verfahren gehören zum Beispiel die Röntgendiagnostik, die Ultraschalldiagnostik sowie die Computertomographie und Magnetresonanztomographie.

Computertomographie (CT)

Die Computertomographie ist ein diagnostisches Röntgenverfahren. Mit Unterstützung eines Computers wird der menschliche Körper in Querschnittbildern dargestellt. Während bei klassischen Röntgenaufnahmen nur Knochen und „röntgendichte“ Strukturen sichtbar sind, wird mit der CT auch Weichteilgewebe sichtbar gemacht. Um bestimmte Strukturen besser im CT-Bild erkennen zu können, wird bei einigen Untersuchungen zusätzlich Kontrastmittel verabreicht.

Ausschluss umkehrbarer Ursachen für die Ausfallsymptome des Gehirns

Vorübergehende und umkehrbare Einflüsse, die ebenfalls das klinische Bild des Komas oder des Ausfalls der Hirnstamm-Reflexe hervorrufen können, müssen ausgeschlossen werden. Dies können zum Beispiel Vergiftungen, Medikamentenwirkungen, Unterkühlungen, Entzündungen, ein zu niedriger Blutdruck oder Entgleisungen des Stoffwechsels sein. Dies schließt auch Wirkungen von Medikamenten ein, die im Rahmen der intensivmedizinischen Behandlung gegeben wurden und einen Einfluss auf das Gehirn haben. Deren Wirkung muss ebenfalls erloschen sein.



Feststellung der klinischen Symptome des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen

Erst wenn diese Voraussetzungen für die Durchführung der Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) vollständig erfüllt sind, erfolgt eine Untersuchung der klinischen Ausfallsymptome (Abb. 37). Folgende Symptome werden überprüft:

- Bewusstlosigkeit (Koma)
- Fehlende Reflexe des Hirnstamms (Hirnstamm-Areflexie)
- Atemstillstand (Ausfall der Spontan-Atmung: Apnoe)

Beide Fachärzte führen die folgenden Untersuchungen in der Regel gemeinsam durch. Sie beurteilen die Untersuchungsbefunde und dokumentieren diese jedoch unabhängig voneinander. Hat einer der Untersuchenden Zweifel an dem Befund, wird die Diagnose des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) zu diesem Zeitpunkt nicht gestellt.

Nach den verfügbaren Daten ist davon auszugehen, dass ein erheblicher Anteil der Untersuchungen des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ohne einen Bezug zur Organspende durchgeführt wird. Beispielsweise wird bei infektiösen Patienten mit einer Hirnhautentzündung der Hirntod bestimmt. Auch in diesen Fällen liegt der allererste Grund zur Durchführung der Diagnostik darin, etwas über den Zustand des Patienten zu erfahren. Man möchte in solchen Fällen, bei denen eine Organentnahme gar nicht in Betracht kommt, rasch Klarheit über den Zustand des Patienten erzielen. Dies ist auch deshalb wichtig, um Pflegekräfte – im Falle einer offenkundigen Ausweglosigkeit für einen Patienten – auch vor Übertragung von Infektionen zu schützen.

Bewusstlosigkeit (Koma)

Die Richtlinie der Bundesärztekammer fordert für die Diagnose des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) den Nachweis eines Komas, gekennzeichnet durch Bewusstlosigkeit ohne Augenöffnung, Fehlen von Abwehrreaktionen, inklusive des fehlenden Grimassierens auf wiederholte geeignete Schmerzreize. Solche Reize werden beidseits am Körper und dann beidseits im Gesichtsbereich verabreicht.

Das tiefe Koma ist aber nicht mit dem unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) gleichzusetzen; es ist nur eines seiner Anzeichen. Zur Abklärung, ob bei tief bewusstlosen Personen die gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ausgefallen sind und ihr Ausfall unumkehrbar ist, sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Fehlende Hirnstamm-Reflexe (Hirnstamm-Areflexie)

Bei Bewusstlosen können Hirnstamm-**Reflexe** dann ausgelöst werden, wenn die entsprechenden Schaltstrukturen (außerhalb des zentralen Nervensystems gelegene Nerven, Rückenmark) sowie die **Hirnnerven** und der Hirnstamm noch funktionsfähig sind. Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) eingetreten, sind alle Hirnstamm-Reflexe erloschen.

Reflex

Unwillkürliche (automatische) Reaktion auf einen Reiz. Muster und Ablauf eines Reflexes sind stets gleichartig. Eine Nervenbahn leitet den Reiz zum Zentralnervensystem inner- oder außerhalb des Schädels. Dort erfolgt eine Umschaltung entweder in Hirnstamm oder Rückenmark. Von dort aus wird dann in der Regel ein Reiz zu einem Muskel geleitet und es wird eine bestimmte Bewegung ausgelöst.

Hirnnerven

Man unterscheidet zwölf Hirnnervenpaare. Diese Hirnnerven entspringen direkt aus dem Gehirn, dem Gehirnstamm oder dem verlängerten Rückenmark. Sie ziehen durch verschiedene Öffnungen des Schädelknochens. Jeweils ein Hirnnerv eines Paares ist für die rechte bzw. linke Körperseite (Kopf- und Halsbereich) zuständig.



Hinweise zu den Abbildungen 38 – 45 (Prüfung auf Ausfall der Hirnstamm-Reflexe)

Bei Durchführung der Tests auf Ausfall der Hirnstamm-Reflexe wird der Patient künstlich beatmet. Er ist intubiert. Für die Abbildungen wurde auf die Darstellung des Beatmungs-Tubus verzichtet, um den Fokus auf den Vergleich von intaktem und ausgefallenem Reflex zu legen. Bei Prüfung des Pupillen-Reflexes, des Hornhaut-Reflexes und des okulo-zephalen Reflexes ist es erforderlich, dass die Augenlider von einem der beiden Untersucher hochgehalten werden, um gegebenenfalls die Reaktion der Pupillen bzw. der Augäpfel und der Augenlider beobachten zu können. Für die zugehörigen Abbildungen wurde auf eine Darstellung der Hände der Untersucher verzichtet.

Grundsätzlich berücksichtigen die Abbildungen 38 – 45 lediglich die Hirnnerven. Auf die Darstellung weiterer an den Reflexen beteiligter Strukturen, wie zum Beispiel der Zwischenrippenmuskulatur beim Husten-Reflex, wurde verzichtet.

Die laut Richtlinie der Bundesärztekammer zu prüfenden Hirnstamm-Reflexe decken alle Ebenen des Hirnstamms ab, auch wenn nicht alle Nervenverbindungen einzeln geprüft werden. Eine Gehirnfunktion ist nur dann vorhanden, wenn verschiedene Nervenzell-Verbände funktionell miteinander kommunizieren. Die Richtlinie der Bundesärztekammer benennt die Untersuchung folgender Hirnstamm-Reflexe:

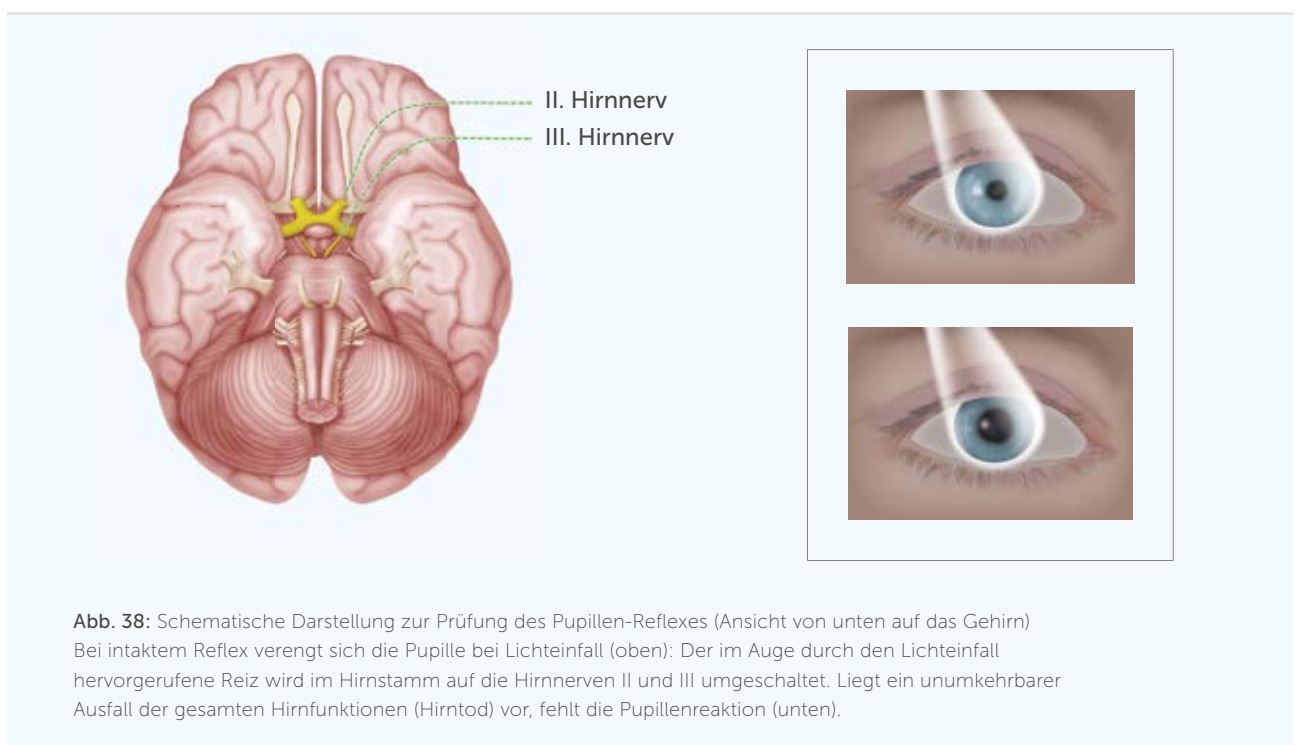
Pupillen-Reflex (Licht-Reflex)

Bei Gesunden verengen sich in der Regel die Pupillen bei Lichteinfall sowohl auf der belichteten als auch auf der Gegenseite. Daher wird der Pupillen-Reflex oftmals auch als Licht-Reflex bezeichnet.

Prüfung auf Ausfall des Reflexes: Die Pupillen werden einzeln (seitengetrennt) mit einer hellen Lichtquelle von der Seite beleuchtet.

Beobachtung im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod): Die Pupillen sind vor und nach Lichtreizung mittelweit oder weit und gelegentlich nicht seitengleich, zum Teil nicht mehr rund. Außerdem zeigen sie beidseits keine Verengung auf Lichteinfall. Das bedeutet: Der II. und der III. Hirnnerv sowie ihre Verschaltung im Hirnstamm sind funktionslos.

Der Pupillen-Reflex ist ein empfindlicher Anzeiger für den Zustand eines Bewusstlosen. Verschlechtert sich der Zustand der Patientin bzw. des Patienten und steigt der Hirndruck, fällt der Reflex zunächst an einer und schließlich an beiden Pupillen aus.



Hornhaut-Reflex (Korneal-Reflex)

Der Hornhaut-Reflex ist der Schutz-Reflex des Auges. Leichte Berührungen der Augenhornhaut, zum Beispiel mit einem Wattestäbchen, führen dazu, dass die Augen durch „blitzartiges“ Zusammenkneifen von Ober- und Unterlid sofort geschlossen werden.

Prüfung auf Ausfall des Reflexes: Die Hornhaut eines jeden Auges wird vorsichtig mit einem Wattestäbchen berührt. Mit diesem Test werden der oberste Ast des V. Hirnnervs und der VII. Hirnnerv sowie deren Verschaltung im Hirnstamm auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft.

Beobachtung im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod): Ist die Hirnstammfunktion erloschen, reagiert die Person auf die Berührung der Hornhaut nicht mehr mit einem Lidschluss. Das bedeutet: Der V. und VII. Hirnnerv sowie ihre Verschaltung im Hirnstamm sind funktionslos.

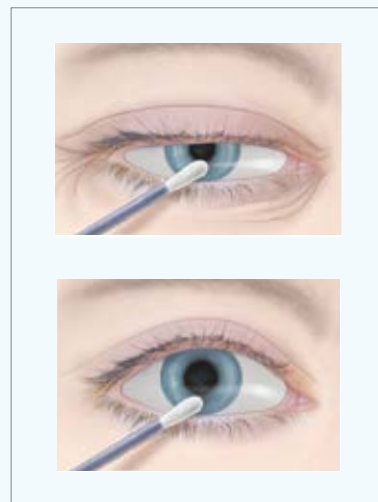
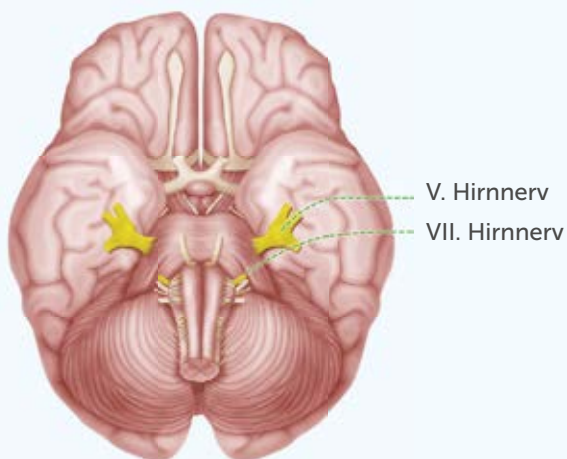


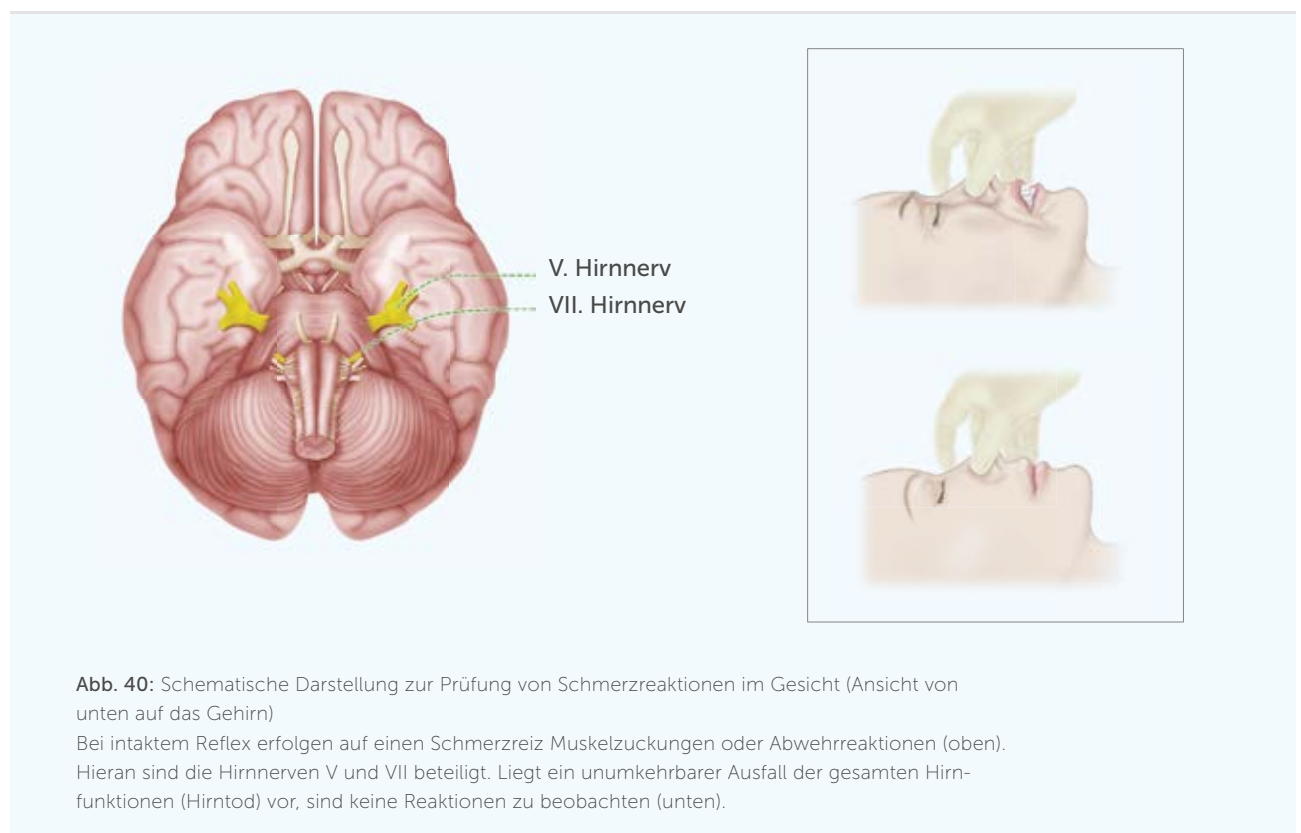
Abb. 39: Schematische Darstellung zur Prüfung des Hornhaut-Reflexes (Ansicht von unten auf das Gehirn)
Bei intaktem Reflex schließt sich das Auge bei Berührung der Augenhornhaut (oben): Dieser Reiz wird im Hirnstamm auf die Hirnnerven V und VII umgeschaltet. Liegt ein unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) vor, fehlt der Hornhaut-Reflex (unten).

Schmerzreaktionen im Gesicht

Schmerzreize im Gesicht (zum Beispiel Kneifen in die Nase) oder am Körper (zum Beispiel Kneifen einer Hautfalte am Körper, an der Achillessehne) führen im Allgemeinen auch bei tiefer Bewusstlosigkeit mit allerdings erhaltener Hirnstamm-Funktion zu erkennbaren Muskelzuckungen oder Abwehrreaktionen bzw. einem Anstieg von Blutdruck oder Herzfrequenz.

Prüfung auf Ausfall des Reflexes: Die Schmerzreize werden beidseits im inneren Lidwinkel (durch starken Fingerdruck) für den ersten Trigeminus-Ast, im Nasenbereich (Kneifen in die Nase oder Reizung der Nasenscheidewand mit Stäbchen) für den zweiten Trigeminus-Ast und im Unterlippen- und Mund-Bereich (zum Beispiel durch Traktieren mit einem Mundspatel) für den dritten Trigeminus-Ast gesetzt. Eine Schmerzprüfung ist auch im Kopfbereich nötig. Bei einer im Halsbereich gelegenen Querschnittlähmung zum Beispiel wäre bei normalem Bewusstsein die Schmerzempfindung vom Hals abwärts erloschen.

Beobachtung im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod): Das Setzen von Schmerzreizen im Gesichtsbereich löst keine Reaktion aus. Das bedeutet: Ein Schaltgefüge insbesondere bestehend aus den Hirnnerven V und VII ist außer Kraft.



Exkurs: Schmerzreiz und Schmerzwahrnehmung

An einer bewussten Schmerzwahrnehmung sind spezielle Aufnahmezellen (Rezeptoren), Nervenfasern sowie das Rückenmark, der Hirnstamm und das Großhirn beteiligt. Schmerzrezeptoren sind zum Beispiel zahlreich in der Haut verteilt. Sie können unter anderem durch starken Druck aktiviert werden. Der Druck stellt einen Reiz dar, der durch die Schmerzrezeptoren in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. Dieses Signal wird über Nervenfasern zum Rückenmark und Hirnstamm weitertransportiert. Hier kommt es zu Verschaltungen von Nerven und zum Teil zur Auslösung von Reflexen, wobei auf dieser Ebene der Schmerz noch nicht bewusst wahrgenommen wird. Vom Rückenmark werden die Signale zunächst an den Thalamus, einen Teil des Zwischenhirns, weitergeleitet. Hier finden Umschaltungen und Quervernetzungen zu anderen Hirnanteilen statt. In der Großhirnrinde erfolgt dann die bewusste Wahrnehmung des Schmerzes. Auch Schmerzlokalisation und Schmerzintensität werden in der Großhirnrinde verarbeitet. Alle diese Bereiche im Schädelinneren sind bei einem Menschen mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) unwiederbringlich geschädigt.

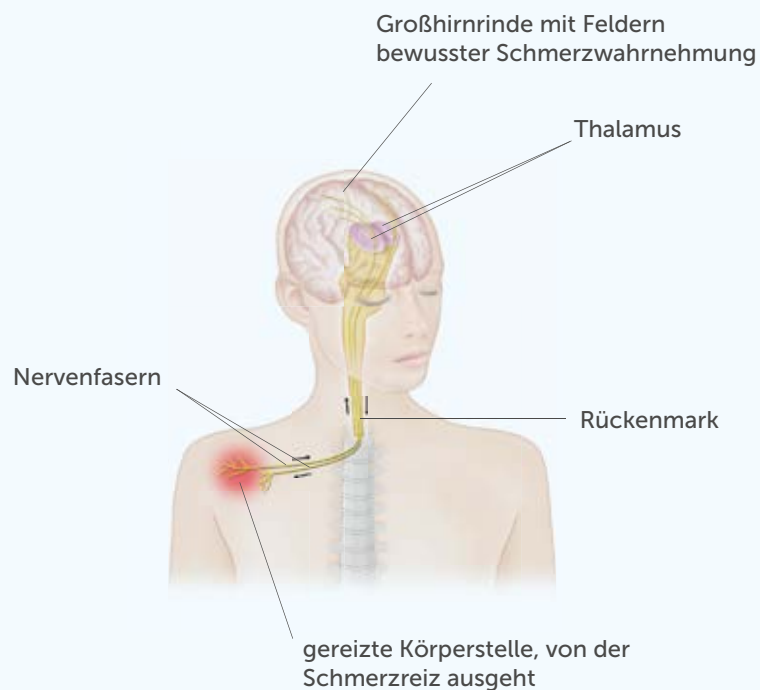


Abb. 41: Vom Schmerzreiz zur Schmerzwahrnehmung

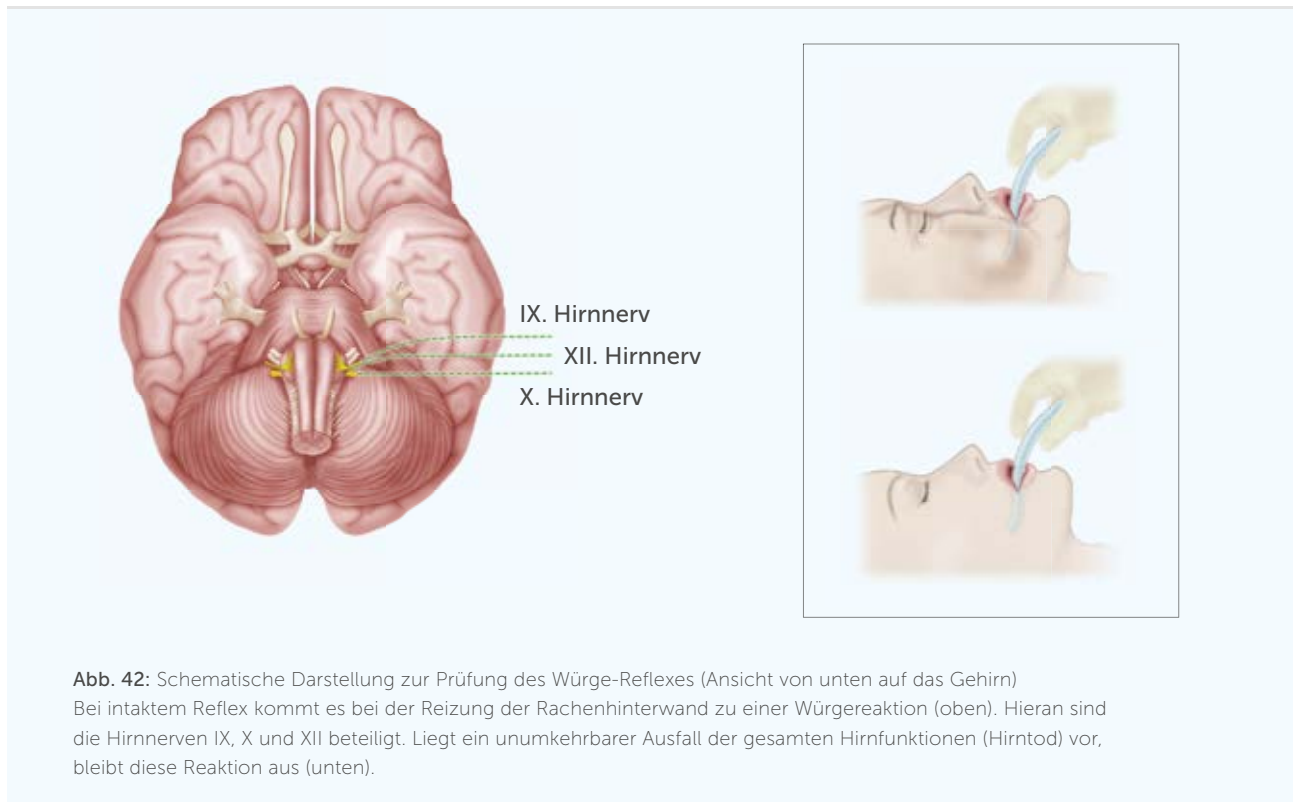
Nach Reizung der Körperstelle werden die Schmerzsignale über das Rückenmark und den Thalamus, einen Teil des Zwischenhirns, zur Großhirnrinde weitergeleitet. Erst dort erfolgt die bewusste Schmerzwahrnehmung. Bei einem Ausfall der Großhirnfunktion kann kein Schmerz mehr wahrgenommen werden.

Würgen-Reflex (Pharyngeal-Reflex)

Berührt man die hintere Rachenwand, die Mandeln und den Zungen- grund mit einem Spatel oder einem Absaug-Katheter, entsteht ein starker Würgereiz.

Prüfung auf Ausfall des Reflexes: Beidseitiges Bestreichen der hinteren Rachenwand, der Mandeln und des Zungen- grunds. Bei beatmeten Patien- tinnen und Patienten kann dieser Test auch durch Rütteln am Beatmungs- schlauch oder durch entsprechende Reizung mit dem behandschuhten Finger durchgeführt werden.

Beobachtung im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod): Menschen mit unumkehrbarem Ausfall der ge- samten Hirnfunktionen (Hirntod) zeigen keine Würgereaktion. Das bedeu- tet: Der IX., X. und XII. Hirnnerv sowie ihre Verschaltung im Hirnstamm sind funktionslos.



Okulo-zephaler Reflex

Der okulo-zephaler Reflex steuert beim wachen Menschen die Augenbewegungen in Abhängigkeit von Kopfbewegungen. Er dient der Blickstabilisierung bei Kopfbewegungen, sodass die Augen auf das fixierte Objekt gerichtet bleiben.

Prüfung auf Ausfall des Reflexes: Der Reflextest kann durchgeführt werden, wenn Verletzungen der Halswirbelsäule ausgeschlossen sind. Der Reflex wird geprüft, indem der Kopf der Patientin oder des Patienten schnell von rechts nach links und von oben nach unten bewegt wird (Rotations- und Nickbewegungen). Jede Kopfbewegung löst eine Gegenbewegung der Augen aus, sodass sich beispielsweise bei einer Drehung des Kopfes nach rechts die Augen nach links und bei einer Kopfbewegung nach unten die Augen nach oben drehen.

Beobachtung im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod): Ist die Funktion des Hirnstamms ausgefallen, verharren die Augäpfel reaktionslos in ihrer Ausgangsposition. Die Gegen- und Rückstellbewegung der Augen fehlt. Das bedeutet: Die Hirnnerven III, IV, V, VI und VIII und ihre Verschaltung im Hirnstamm sind funktionslos.

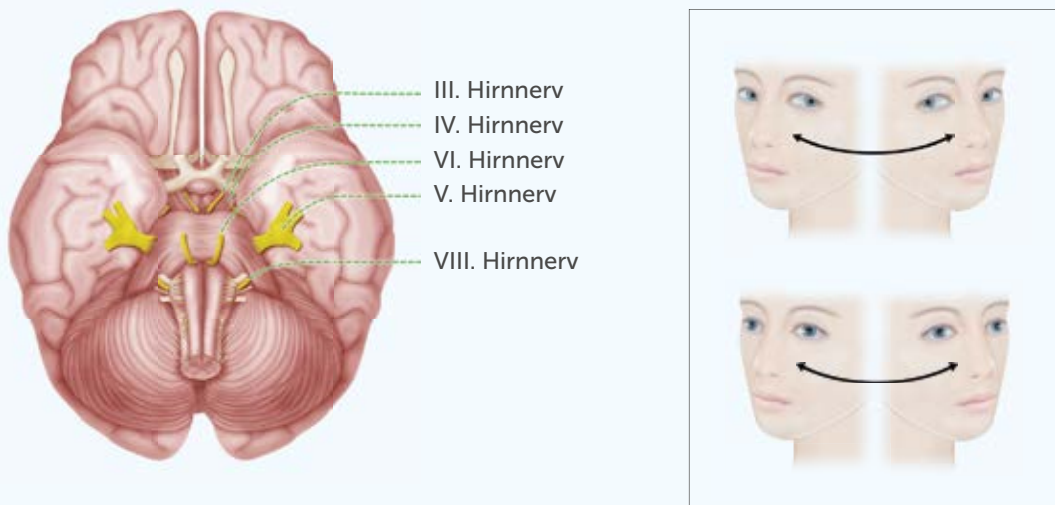


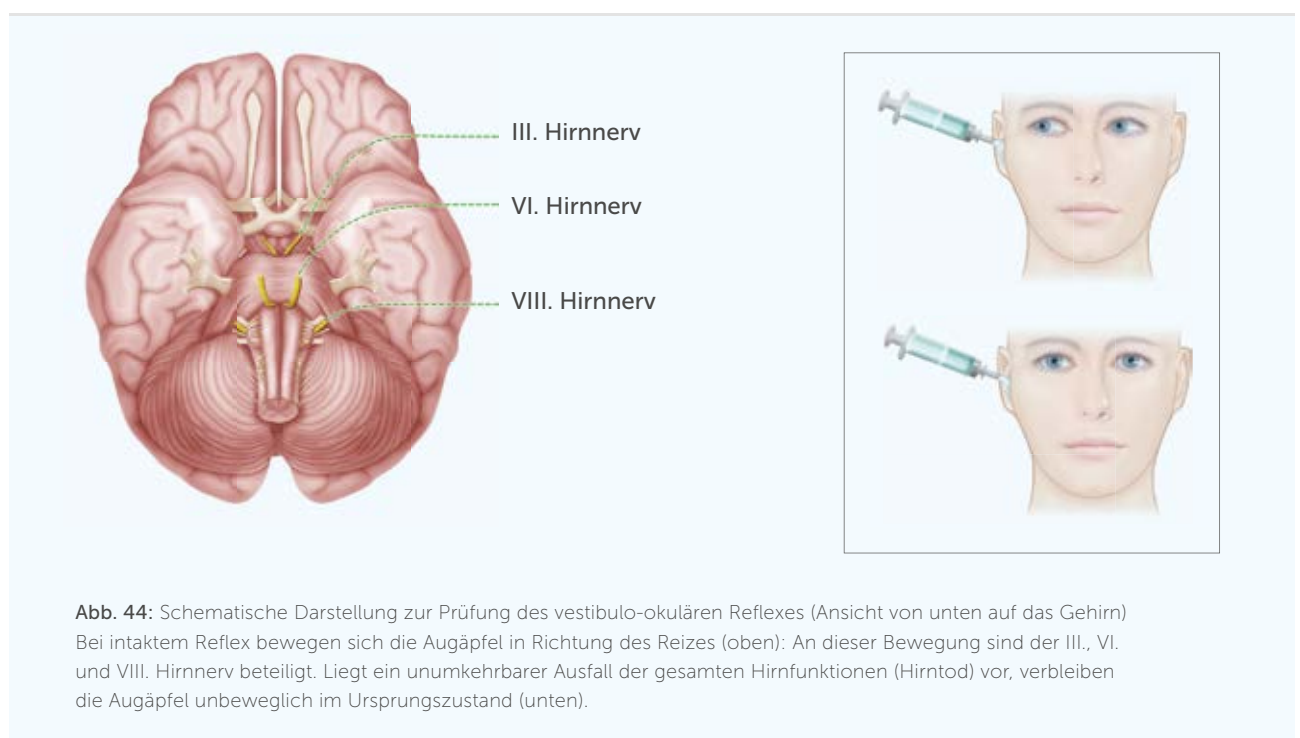
Abb. 43: Schematische Darstellung zur Prüfung des okulo-zephalen Reflexes (Ansicht von unten auf das Gehirn). Bei intaktem Reflex führen die Augen eine langsame Gegenbewegung durch, wenn der Kopf passiv zum Beispiel von rechts nach links bewegt wird (oben). An dieser Bewegung sind die Hirnnerven III, IV, V, VI und VIII beteiligt. Liegt ein unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) vor, bleiben die Augäpfel starr in der Ausgangsstellung (unten).

Vestibulo-okulärer Reflex

Zusätzlich kann auch die Funktion des Gleichgewichts nervs beidseitig überprüft werden. Der Gleichgewichtsnerv (Nervus vestibularis) stellt einen Teil des VIII. Hirnnervs dar. Das Gleichgewichtssystem befindet sich im Innenohr. Es ist eng über Schaltstellen im Hirnstamm mit dem Sehsinn (Augenbewegungen) verknüpft. Deshalb kann man Störungen des Gleichgewichtsnervs an bestimmten Augenbewegungen erkennen.

Prüfung auf Ausfall des Reflexes: Hierzu wird der Kopf der bewusstlosen Person um 30° angehoben. Danach erfolgt die Spülung des äußeren Gehörgangs mit 50 ml Eiswasser (4 °C) seitengetrennt. Die Wartezeit zwischen den Spülungen beider Seiten beträgt mindestens fünf Minuten. Bei intaktem Hirnstamm führt dies zu einer langsamen Blickbewegung zur gereizten Seite.

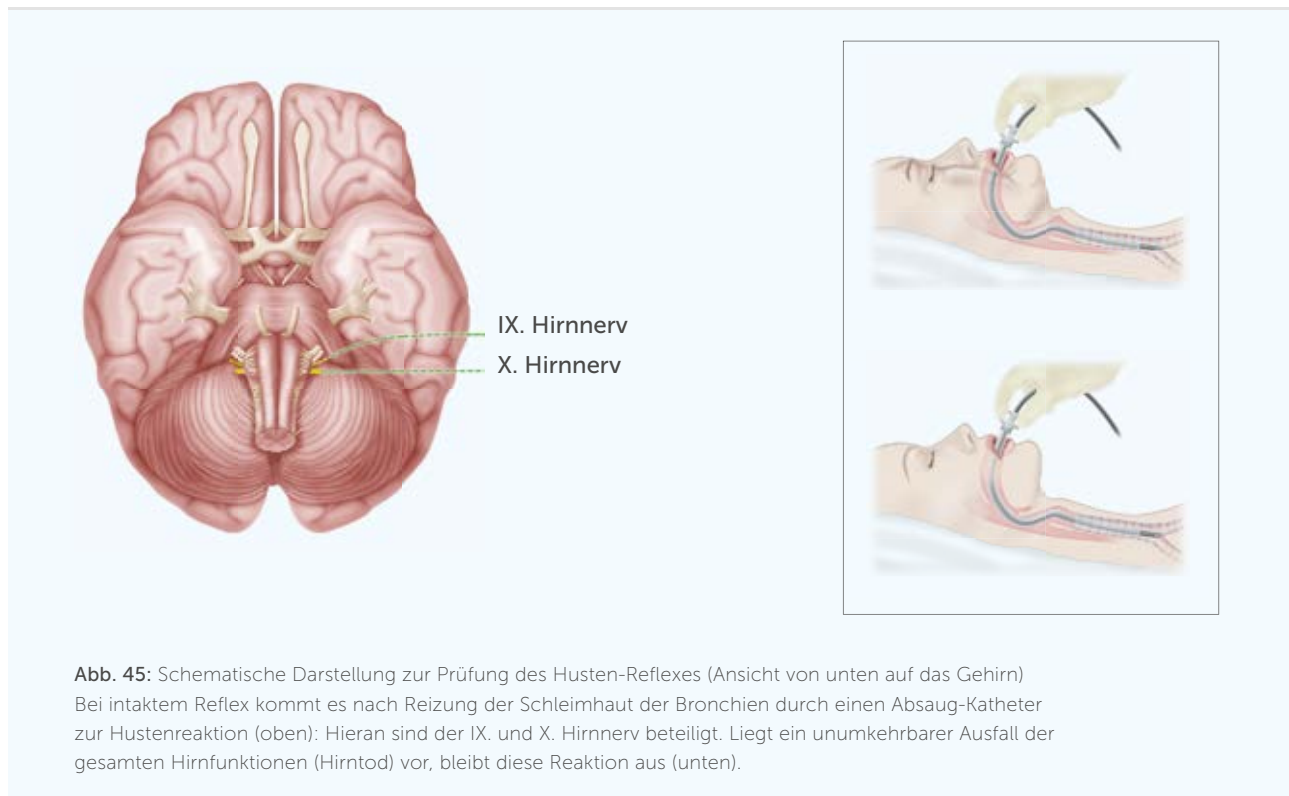
Beobachtung im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod): Die Augäpfel verharren unbeweglich in der Ausgangsposition. Das bedeutet: Der III., VI. und VIII. Hirnnerv und ihre Verschaltung im Hirnstamm sind funktionslos.



Husten-Reflex (Tracheal-Reflex)

Der Husten-Reflex erlischt oft zuletzt. Er wird durch die Reizung der Atemwege in der Luftröhre ausgelöst.

Prüfung auf Ausfall des Reflexes: In den Beatmungsschlauch wird ein Absaug-Katheter bis zur Luftröhrengabelung in die beiden Hauptbronchien vorgeschoben. Dort besteht dann ein direkter Kontakt des Absaugschlauchs mit der hochempfindlichen Schleimhaut der Bronchien.



Beobachtung im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod): Es wird kein Husten ausgelöst. Das bedeutet: Die Hirnnerven IX und X sowie ihre Verschaltung im Hirnstamm sind funktionslos.

Ist auch nur einer der Hirnstamm-Reflexe auf einer Seite intakt, liegt kein vollständiger Ausfall der Hirnstammfunktionen vor. Nur wenn alle Hirnstamm-Reflexe auf beiden Seiten ausgefallen sind, wird in einem nächsten Schritt das Vorliegen eines Atemstillstands geprüft.

Wenn ein Hirnnerv nicht überprüft werden kann (zum Beispiel aufgrund eines Glasauges oder einer Verletzung der Halswirbelsäule), wird dies auf den Protokollbögen vermerkt und es erfolgt verpflichtend eine ergänzende apparative Untersuchung (Abb. 46).



Prüfung des Atemstillstands (Apnoe-Test)

Mithilfe des Apnoe-Tests werden der **Atem-Reflex (Atemantrieb)** und damit der Funktionszustand des Atemzentrums geprüft. Das Atemzentrum liegt überwiegend im verlängerten Mark (Abb. 28).

Die Überprüfung der Spontan-Atmung bei Patienten mit akuten oder chronischen Erkrankungen der Lunge, wie zum Beispiel Gasaustauschstörungen oder Verletzungen des Brustkorbs, erfordert eine umfassende Erfahrung des Untersuchers. Es kann vorkommen, dass der Apnoe-Test bei solchen Patienten nicht durchgeführt werden kann. Als Ersatz wird dann ein Verfahren zum Nachweis der Gehirndurchblutung eingesetzt. Der Apnoe-Test besteht aus mehreren Phasen (vgl. hierzu auch Abb. 17 im Fallbeispiel):

Zunächst wird mit 100 Prozent Sauerstoff maschinell so beatmet, dass eine gute Sauerstoff-Vorsättigung besteht. Die Ausgangsspannung der arteriellen Kohlensäure-Spannung muss zu Beginn des Apnoe-Tests zwischen 35 und 45 mmHg liegen. Dieser Wert wird durch eine Blutabnahme überprüft. Der Messwert wird dabei auf die Körpertemperatur des Patienten angepasst (temperaturkorrigiert).

Anschließend werden Person und Beatmungsgerät getrennt. Mittels eines Katheters lässt man über den liegenden Luftröhren-Tubus etwa 6 Liter Sauerstoff pro Minute in die Lunge einperlen. Sauerstoff kann drucklos ins Blut übertreten; für eine gute vorübergehende Sauerstoff-Versorgung ist gesorgt. Die unterbrochene Beatmung (Trennung vom Beatmungsgerät) führt dazu, dass die im Körper anfallende Kohlensäure vom Gerät nicht entfernt wird. Dadurch steigt der Kohlendioxidgehalt im Blut an. Die beiden Untersuchenden warten, bis sich die Kohlensäure-Spannung im arteriellen Blut auf einen temperaturkorrigierten Wert über 60 mmHg erhöht. Bei einem Anstieg der Kohlensäure-Spannung um durchschnittlich 2–3 mmHg pro Minute ist nach etwa 10 bis 15 Minuten der Wert von 60 mmHg erreicht. Bei maximalem Atemanreiz (arterieller Kohlensäure-Spannung oberhalb von 60 mmHg) sollte die Atmung einsetzen.

i Atem-Reflex

Die Atmung des Menschen wird vom Atemzentrum im unteren Teil des Hirnstamms, dem verlängerten Mark, reguliert. Mit der Atmung wird Sauerstoff ins Blut aufgenommen und Kohlendioxid abgeatmet; das Kohlendioxid verbindet sich im Blut mit Wasser zur Kohlensäure. Wird die Atmung unterbrochen, wird Kohlendioxid nicht mehr abgeatmet und es kommt zu einem messbaren Anstieg des Kohlendioxidgehalts bzw. der Kohlensäure im Blut. Durch diesen Anstieg verschiebt sich der pH-Wert des Blutes in den sauren Bereich. Der Atem-Reflex wird durch den Kohlendioxidgehalt im Blut gesteuert. Der Kohlendioxidgehalt wird im Körper ausschließlich im zentralen Nervensystem im Schädelinneren gemessen. Je weiter der Kohlendioxidgehalt ansteigt, umso stärker wird der Drang zu atmen. Dieses Phänomen ist zum Beispiel beim absichtlichen Luftanhalten zu beobachten.

Während der gesamten Zeit beobachten die beiden Untersuchenden bei unbekleidetem Oberkörper der Patientin bzw. des Patienten, ob es zu einem spontanen Atemzug kommt. Die untersuchte Person wird nach einer abschließenden Blutgaskontrolle mit dem Beatmungsgerät verbunden und die angemessene Atemgasmischung wieder eingestellt.

Bei Patientinnen bzw. Patienten, bei denen das Atemzentrum intakt ist, veranlasst die erhöhte arterielle Kohlensäure-Konzentration das Atemzentrum im verlängerten Mark zu einem Atemzug. Bei Menschen mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist die Reaktionsfähigkeit der Hirnschlagadern auf Kohlensäure aufgehoben. Im Schädel selbst fließt kein Blut mehr. Die Hirnschlagadern können also weder ihren Durchmesser noch die Blutfülle oder den Druck im Schädel verändern. Ein erhöhter Kohlensäuregehalt im Blut des Körpers kann daher den Schädelinnenraum und das Atemzentrum gar nicht mehr erreichen. Somit kann ein reflektorischer Atemzug nicht mehr ausgelöst werden.

Alle Ergebnisse der Prüfung der klinischen Ausfallsymptome der Hirnfunktionen werden in die Protokollbögen (Abb. 23a, b) eingetragen. Wenn nicht alle klinischen Ausfallsymptome geprüft werden können, ist eine ergänzende apparative Untersuchung verpflichtend durchzuführen (Abb. 46).

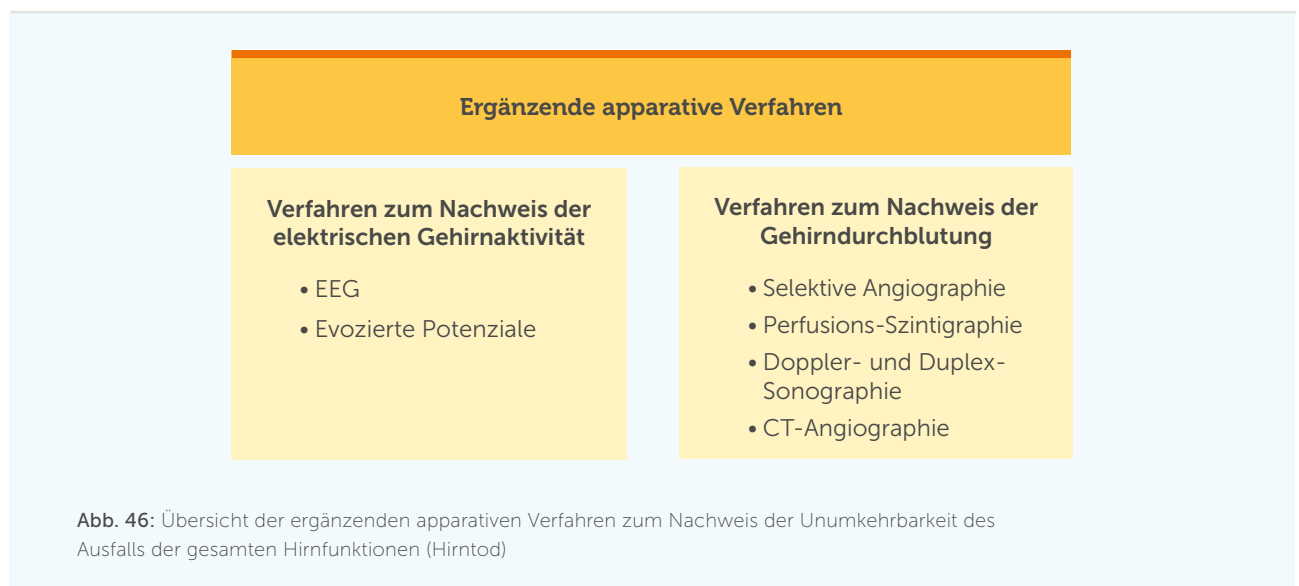
Nachweis der Unumkehrbarkeit (Irreversibilitätsnachweis) des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Wiederholung der Feststellung der klinischen Symptome

Schließlich wird überprüft, ob der Ausfall der gesamten Hirnfunktionen unumkehrbar eingetreten ist. Art und Lage der Gehirnschädigung bestimmen, welches Verfahren angewendet wird: Bei einer primären supratentoriellen oder einer sekundären Gehirnschädigung kann der Nachweis der Unumkehrbarkeit entweder über eine Wiederholung der klinischen Untersuchung nach definierter Wartezeit (bei primärer supratentorieller Gehirnschädigung: mindestens zwölf Stunden; bei sekundärer Gehirnschädigung: mindestens 72 Stunden) oder über eine ergänzende apparative Untersuchung erfolgen. Bei einer primären infratentoriellen Gehirnschädigung (Abb. 19, 34) ist eine ergänzende apparative Untersuchung verpflichtend vorgeschrieben.

Ergänzende apparative Untersuchungsmethoden

Häufig wird der Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) durch ergänzende apparative Untersuchungen erbracht, um die Wartezeit zu verkürzen. Sie sind der Feststellung der klinischen Ausfallsymptome des gesamten Gehirns nachgeschaltet und können im direkten Anschluss an die klinische Untersuchung erfolgen. Mit diesen Untersuchungen wird geprüft, ob das Gehirn noch elektrische Aktivität zeigt oder ob es noch durchblutet wird.



Verfahren zum Nachweis der elektrischen Gehirnaktivität

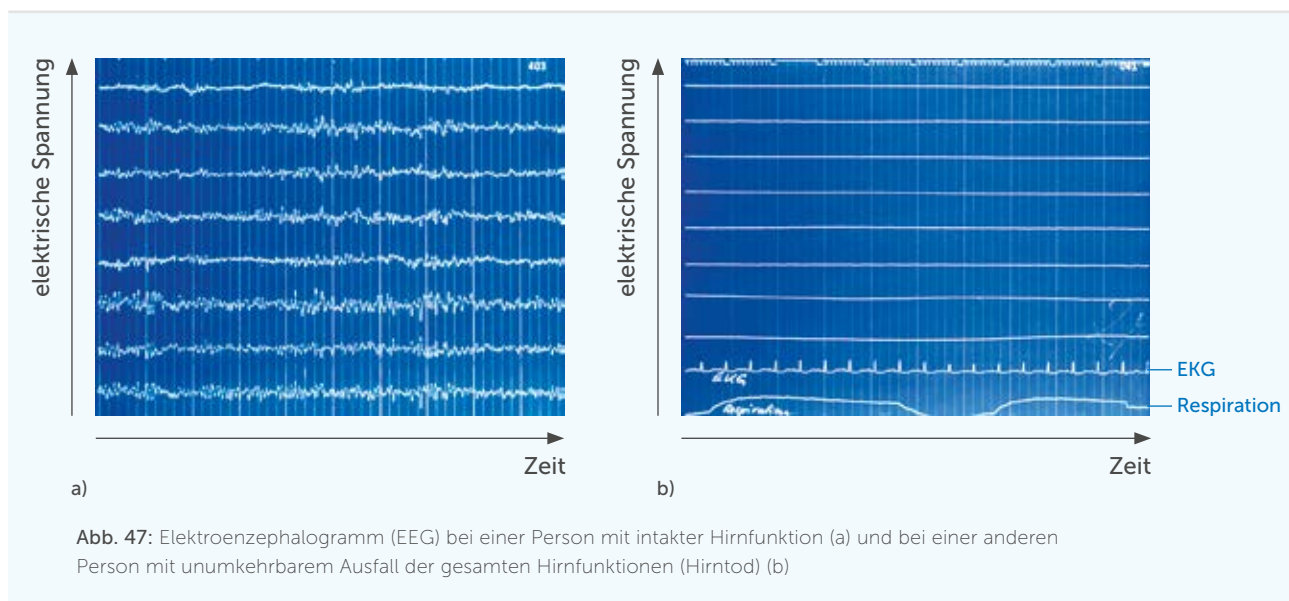
Elektrophysiologische Verfahren messen die Nervenaktivität. Aktive Nervenzellen erzeugen elektrische Spannungsänderungen (Potenziale). Durch die Messung dieser Potenziale ist indirekt ein Rückschluss auf die Funktionsfähigkeit der Nervenzellen möglich.

Elektroenzephalographie (EEG)

Die graphische Aufzeichnung der elektrischen Hirnaktivität wird als Elektroenzephalographie (EEG) bezeichnet. Mithilfe des EEGs werden Informationen über die Funktionsfähigkeit des Großhirns gewonnen. Dabei werden Potentialschwankungen, die bis etwa 2 Zentimeter unter der Kopfhaut liegen, erfasst. Daher ist dieses Verfahren nicht dazu geeignet, den Nachweis des Ausfalls der elektrischen Gehirnaktivität bei einer tiefer liegenden Gehirnschädigung (infratentoriell) zu erbringen.

Um ein EEG ableiten zu können, werden an der Kopfhaut Elektroden angebracht. Dies ist für die Patientin bzw. den Patienten ungefährlich. Das EEG muss unter Beachtung strenger technischer Vorgaben durchgeführt werden. Während der EEG-Registrierung werden mehrfach Schmerzreize im Gesicht gesetzt (Abb. 40).

Die EEG-Registrierung muss von einer darin erfahrenen Fachärztin bzw. einem Facharzt kontrolliert und beurteilt werden. Hirnströme fehlen dann, wenn für mindestens 30 Minuten in allen Ableitungen keine hirneigenen Potenziale erkennbar sind. Ist dies der Fall, ist die Unumkehrbarkeit des Hirnfunktionsausfalls nachgewiesen.





Evozierte Potenziale (EP)

Als **evozierte** Potentiale bezeichnet man die provozierten Antworten von Nervenzellen auf eine gezielte, rhythmische schwache Reizung. Allgemein kann mithilfe der evozierten Potenziale die Funktionsfähigkeit von Nervenbahnen getestet werden. Das Prinzip beruht auf der Reizung eines Sinnesorgans oder peripheren Nerven und der Beobachtung des dadurch ausgelösten elektrischen Potenzials in verarbeitenden Regionen des zentralen Nervensystems.

Evoziert: Ausgelöst

Zur Überprüfung der Nervenfunktion wird die Patientin bzw. der Patient einem definierten Sinnesreiz ausgesetzt. Die Weiterleitung des Reizes und seine Verarbeitung im Gehirn (Großhirnrinde) werden als Spannungsänderungen registriert. Diese Spannungsänderungen führen in der Großhirnrinde wiederum zu Potentialänderungen, die mittels EEG sichtbar gemacht werden.

Diese Methode kann auch für den Nachweis der Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) eingesetzt werden. Allerdings muss eine Schädigung des Halsmarks ausgeschlossen sein und es muss ein Messergebnis vor Eintritt eines Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen als Referenz vorliegen.

Für den Nachweis der Unumkehrbarkeit sind sogenannte somatosensorisch evozierte Potenziale (SEP) und frühe akustisch evozierte Potenziale (FAEP) bedeutsam. Die Verfahren sind bei primären supratentoriellen und sekundären Gehirnschädigungen anwendbar.

Somatosensorisch evozierte Potenziale (SEP)

Mit einer Messung von somatosensorisch evozierten Potenzialen (SEP) wird die Funktion der Bahnen und der Strukturen im Gehirn, die sensible Reize verarbeiten, untersucht. Dazu wird ein möglichst oberflächennah liegender sensibler Nerv, zum Beispiel am Arm, wiederholt elektrisch gereizt. Mithilfe von EEG-Elektroden an der Kopfoberfläche wird über eine gewisse Zeitspanne die Stärke der Reizwahrnehmung im Gehirn gemessen. Kann bei vorliegendem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen trotz Stimulation (Reizung) keine Reaktion per EEG abgeleitet werden, ist der Nachweis der Unumkehrbarkeit erbracht. Diese Untersuchung setzt einen gewissen Reifegrad des Gehirns voraus und ist daher erst bei Patientinnen und Patienten ab Vollendung des zweiten Lebensjahres anwendbar.

Frühe akustisch evozierte Potenziale (FAEP)

Diese Methode kann nur zum Einsatz kommen, wenn keine abnormen oder krankhaften Veränderungen in der hinteren Schädelgrube vorliegen. Mit einer Messung von frühen akustisch evozierten Potenzialen (FAEP) wird, vereinfacht ausgedrückt, die Funktion von Hörnerv und Hirnstamm untersucht.

Dazu bekommen die Patientinnen und Patienten über einen Kopfhörer einen Schallreiz dargeboten, in aller Regel ein Klicken. Voraussetzung für die Durchführung dieser Untersuchung ist ein intaktes Ohr. Gemessen werden Potenzialschwankungen in der Hörbahn, die sich bestimmten, nacheinander geschalteten Strukturen im Hirnstamm zuordnen lassen. Beim Gesunden ruft eine äußere Schallreizung ein bestimmtes Potenzialmuster hervor. Wird der Ausfall aller FAEP-Potenziale im Hirnstamm nachgewiesen, gilt der generelle Funktionsausfall des Hirnstamms als nachgewiesen und damit auch die Unumkehrbarkeit des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod).

Verfahren zum Nachweis der Gehirndurchblutung

Verfahren zum Nachweis der Gehirndurchblutung lassen neben dem Durchblutungsgrad auch indirekt Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit des Gehirns zu. Der Stillstand der Gehirndurchblutung (zerebraler Zirkulationsstillstand) tritt trotz aufrechterhaltener Herz- und Kreislauf-Funktion ein, wenn der Schädelinnendruck den mittleren arteriellen Blutdruck erreicht oder ihn übersteigt.

Selektive Angiographie

Mithilfe der **Selektiven Angiographie** können Blutgefäße im Gehirn nach Kontrastmittelgabe dargestellt werden. Die mit diesem Verfahren gut verfolgbare zeitliche und räumliche Verteilung des Kontrastmittels lässt Rückschlüsse auf die Durchblutung des Gehirngewebes zu. Bei der selektiven arteriellen Angiographie handelt es sich um eine **invasive** Untersuchung, bei der ein Katheter in Schlagadern eingeführt wird.

Invasiv

Diagnostische oder therapeutische Maßnahmen, bei denen in den Körper eingedrungen wird

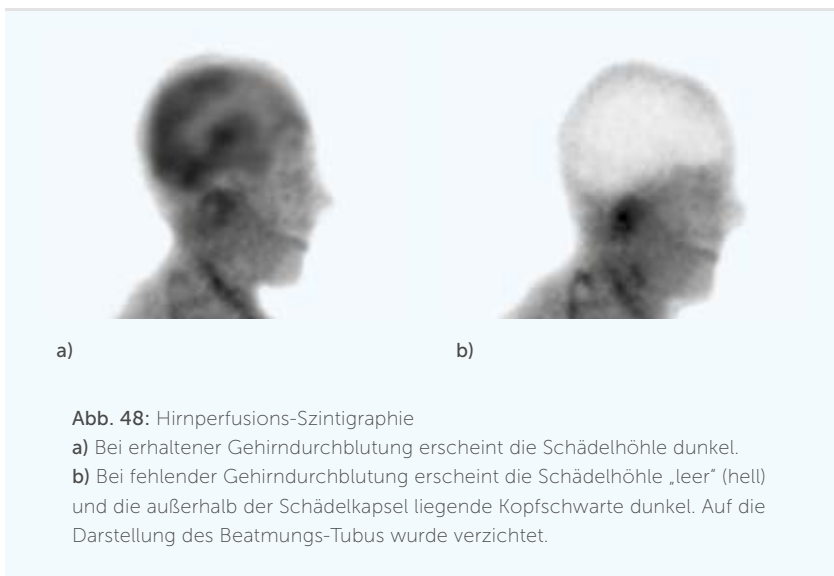
Selektive Angiographie

Bei einer Übersichtsangiographie (unselektive Angiographie) wird das Kontrastmittel in die Aorta oder in die Arteria carotis communis injiziert, sodass sich diese und die großen Gefäße sowie deren Abgänge darstellen lassen. Bei der selektiven Angiographie hingegen wird das Kontrastmittel in das darzustellende Gefäß verabreicht und dieses zusammen mit dem zugehörigen Organsystem dargestellt.

Hirnpfusions-Szintigraphie

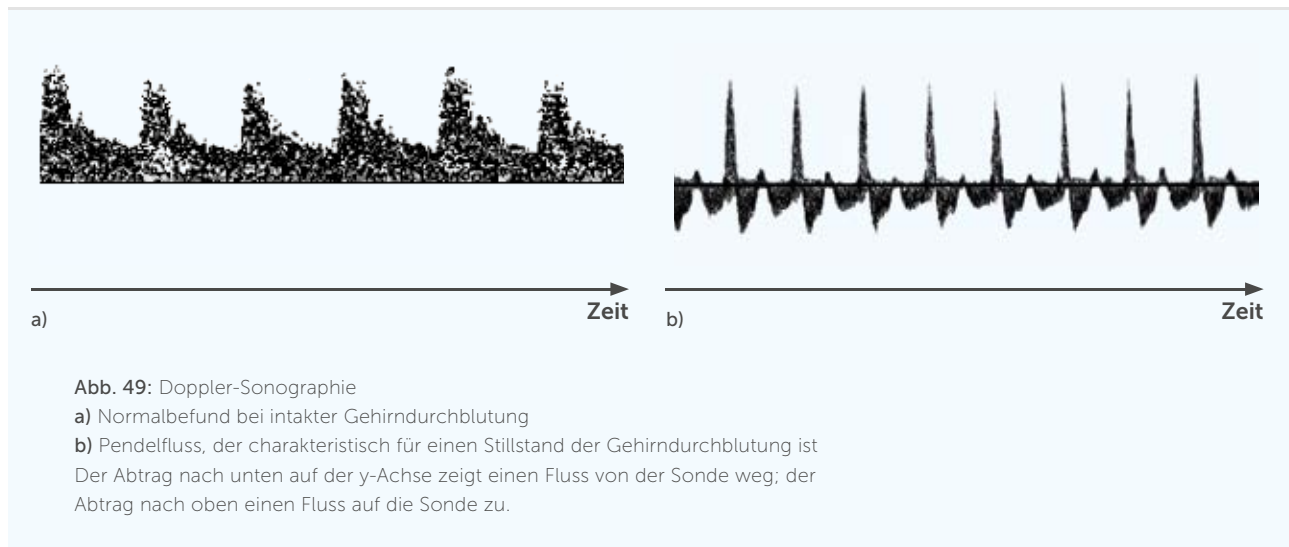
Als Szintigraphie bezeichnet man eine Untersuchungsmethode, bei der der Patientin bzw. dem Patienten eine schwach radioaktive Substanz intravenös gespritzt wird. Diese reichert sich unter anderem im Gehirngewebe an und kann mithilfe einer speziellen Kamera aufgenommen werden. Die Perfusions-Szintigraphie liefert Informationen zur Durchblutung und zum Stoffwechsel. Bei einer Person mit erhaltener Gehirnfunktion lässt sich die radioaktive Substanz über mehrere Stunden in den durchbluteten Gehirnabschnitten nachweisen.

In der bildlichen Darstellung (Szintigramm) erscheint der Schädel dann schwarz. Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) eingetreten, erscheint die Schädelhöhle aufgrund der fehlenden Durchblutung im Gehirn „leer“ (Abb. 48). Die äußere Kopfschlagader ist durch die krankhaften Vorgänge im Schädelinneren nicht beeinträchtigt und versorgt weiterhin die Kopfhaut. Daher wird diese als schwarze Hülle im Szintigramm sichtbar.



Doppler- und Duplex-Sonographie

Die Doppler- bzw. Duplex-Sonographie ist eine spezielle Ultraschalluntersuchung, mit der die Fließgeschwindigkeit des Blutes in den Gefäßen gemessen wird. Dazu werden Ultraschallwellen ausgesendet, die abhängig von der Bewegung der Blutkörperchen in typischer Weise reflektiert werden. Anhand der Doppler-Sonographie wird der Blutfluss innerhalb der Gefäße untersucht. Die Duplex-Sonographie lässt Rückschlüsse über den Verlauf der Blutgefäße, das Gefäßkaliber und die Beschaffenheit der Gefäßinnenschicht zu. Es können somit die Geschwindigkeit und die Fließrichtung der Blutkörperchen gemessen werden. Der Blutfluss wird sowohl außerhalb des Schädels (extrakraniell) als auch durch den Schädel hindurch (transkranell) gemessen. Ist der Ausfall der gesamten Hirnfunktionen eingetreten, zeigt ein bestimmtes Echo-Muster (Pendel-Muster) den Stillstand der Durchblutung an. Damit ist die Unumkehrbarkeit des Hirnfunktionsausfalls nachgewiesen.





Computertomographische Angiographie (CT-Angiographie)

Die CT-Angiographie ist ein spezielles Röntgenverfahren zur Darstellung von Blutgefäßen mithilfe eines Kontrastmittels. Der Patientin bzw. dem Patienten wird ein jodhaltiges Kontrastmittel in eine Armvene gespritzt. Unter exakt definierten Bedingungen werden feine Schichtabbildungen des Kopfes in verschiedenen Raumebenen erstellt. So ergibt sich ein statisches Bild, ohne dass das Fließen des Blutes sichtbar gemacht wird. Beurteilt wird, an welcher Stelle der Schädelbasis das Kontrastmittel in den hirnversorgenden Gefäßen nicht mehr dargestellt wird. Bei Menschen mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) sind im Schädelinneren keine Gefäße darstellbar und die Durchblutung der zum Schädel führenden Halsgefäße bricht im Bereich der Schädelbasis ab. Die CT-Angiographie ist zum Nachweis des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) nur bei Erwachsenen validiert und muss unter standardisierten Bedingungen durchgeführt werden.

Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

Die Feststellung der diagnostischen Voraussetzungen sowie die klinischen und ergänzenden apparativen Untersuchungsbefunde werden mit Datum, Uhrzeit und den Namen der untersuchenden Fachärztinnen und Fachärzte dokumentiert. Auch die Feststellung des Todes durch Nachweis des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) als sicheres Todeszeichen wird dokumentiert. Als Todeszeitpunkt wird die Uhrzeit registriert, zu der die Diagnose und die Dokumentation des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) von beiden Untersuchern vollständig erbracht und abgeschlossen sind. Alle Protokollbögen werden archiviert. Kommt es nach der Todesfeststellung zu einer Organ- oder Gewebespende, müssen die Protokollbögen entsprechend der in Paragraph 15 des Transplantationsgesetzes (siehe S. 138) geregelten Aufbewahrungs- und Lösungsfristen mindestens 30 Jahre archiviert werden.

Es ist objektiv nicht feststellbar, WANN genau der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) eingetreten ist. Festgestellt wird vielmehr, DASS er zweifelsfrei eingetreten ist. Der Zeitpunkt der Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) gilt juristisch als Todeszeitpunkt.

Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr

Reife Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr weisen in ihrer Hirnleistung Besonderheiten auf: Ihr Gehirn ist nicht ausgereift, auch sprechen sie noch nicht viel oder können auf Ansprache nur begrenzt reagieren. Die Untersucher müssen daher über eine besondere Qualifikation für diese Lebensperiode verfügen. Es bedarf einer auf diese Situation abgestimmten diagnostischen Vorgehensweise zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) (Abb. 50).

Aus diesem Grund gibt es auch zwei unterschiedliche Protokollbögen zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod):

- a)** einen Protokollbogen ab Beginn des dritten Lebensjahres (gleichbedeutend mit einem Bogen für Erwachsene) und
- b)** einen Protokollbogen bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr (gleichbedeutend mit einem Bogen für Kinder).

Bei reifen Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr müssen ebenfalls die Voraussetzungen für die Durchführung der Diagnostik (siehe S. 105), die klinischen Symptome des Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Koma, Ausfall der Hirnstamm-Reflexe einschließlich des Atem-Reflexes) und die Unumkehrbarkeit des Ausfalls geprüft werden. Zu den Besonderheiten für dieses Alter gehört unter anderem, dass neben der Prüfung der klinischen Ausfallsymptome jeweils auch eine apparative Zusatzuntersuchung wie EEG, FAEP, Doppler-/Duplex- oder Perfusions-Szintigraphie zwingend durchzuführen ist.

Nur beim Einsatz der Perfusions-Szintigraphie darf in dieser Altersgruppe auch die apparative Untersuchung nur einmalig angewendet werden. Dies geschieht zeitlich nach dem zweiten Untersuchungsgang. Sowohl die klinische als auch die apparative Untersuchung sind nach der vorgegebenen Wartezeit zu wiederholen. Die mindestens einzuhaltende Wartezeit beträgt 72 Stunden für Neugeborene und 24 Stunden für Säuglinge und Kleinkinder.

Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr

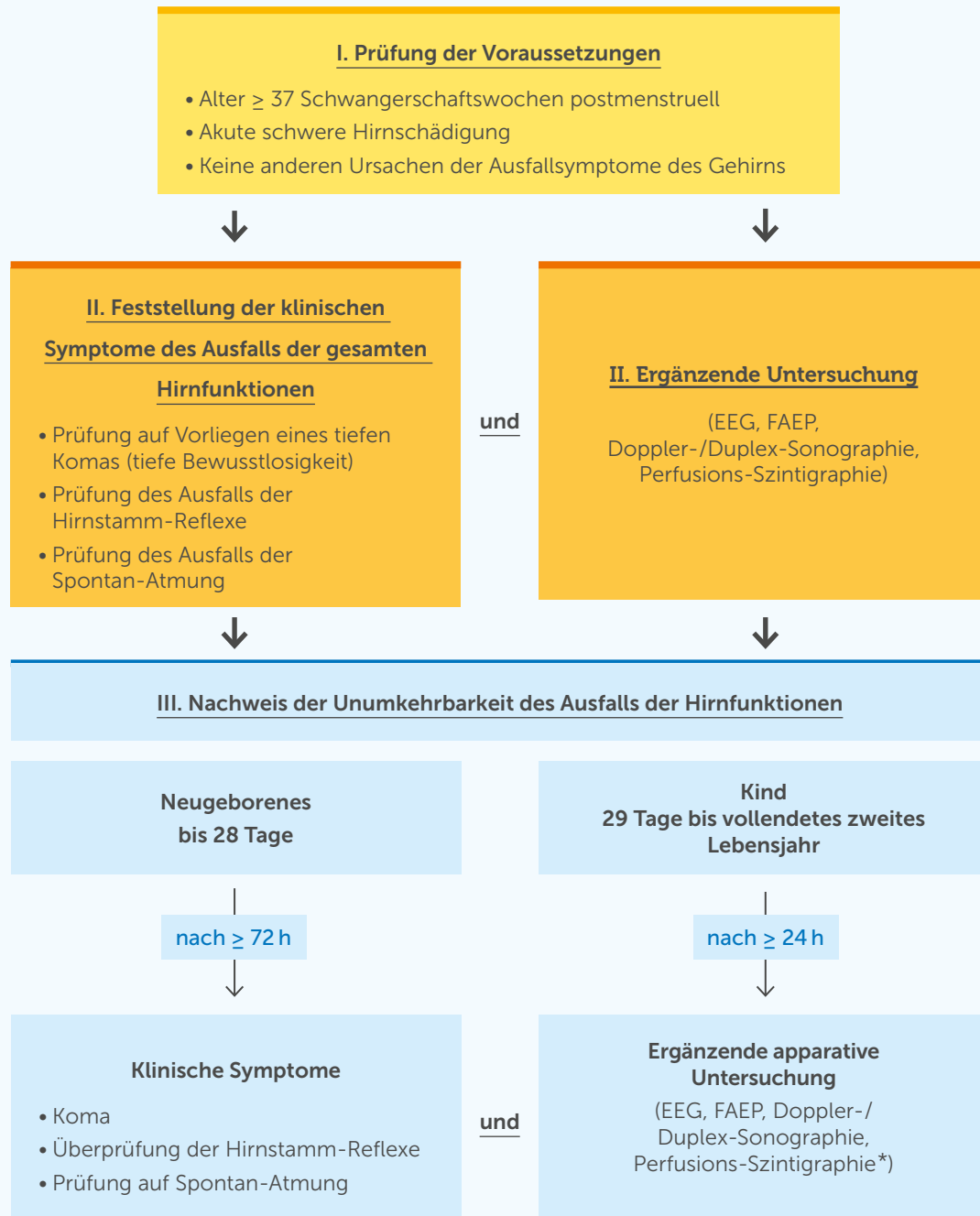


Abb. 50: Schema zur Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr

Schema verändert nach: Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG, Vierte Fortschreibung, 2015, S. 21.

* Beim Einsatz der Perfusions-Szintigraphie darf in dieser Altersgruppe die apparative Untersuchung nur einmalig angewendet werden. Dies geschieht zeitlich nach dem zweiten Untersuchungsgang.

Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod -Diagnostik)	2012	2013	2014	2015
abgeschlossen	11	8	6	10
abgebrochen	10	4	3	3

Abb. 51: Zahl der durchgeführten Diagnostiken zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bei Kindern unter zwei Jahren für die Jahre 2012 – 2015
Zum Vergleich: Im Jahr 2015 gab es insgesamt 1.317 mögliche Organspender. Als mögliche Organspender werden Verstorbene bezeichnet, bei denen der Tod nach den Richtlinien der Bundesärztekammer festgestellt worden ist und keine medizinischen Ausschlussgründe für eine Organspende bezüglich der Organfunktion oder der Gefährdung des Empfängers durch übertragbare Krankheiten zu diesem Zeitpunkt vorliegen. Die Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO) erhebt diese Daten im Rahmen ihres Koordinierungsauftrags.
Quelle: Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO), Jahresbericht 2015, S. 47.

Die Zahl der abgeschlossenen bzw. abgebrochenen Diagnostiken des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bei Kindern vor dem vollendeten zweiten Lebensjahr ist relativ gering: Die Zahl der abgeschlossenen Hirntod-Diagnostiken liegt in Deutschland um zehn pro Jahr (Abb. 51). Die Abläufe in der Diagnostik unterscheiden sich in diesem Lebensalter deutlich von den Abläufen nach Vollendung des zweiten Lebensjahres. Auf eine detaillierte Darstellung der Abläufe wird daher an dieser Stelle verzichtet.

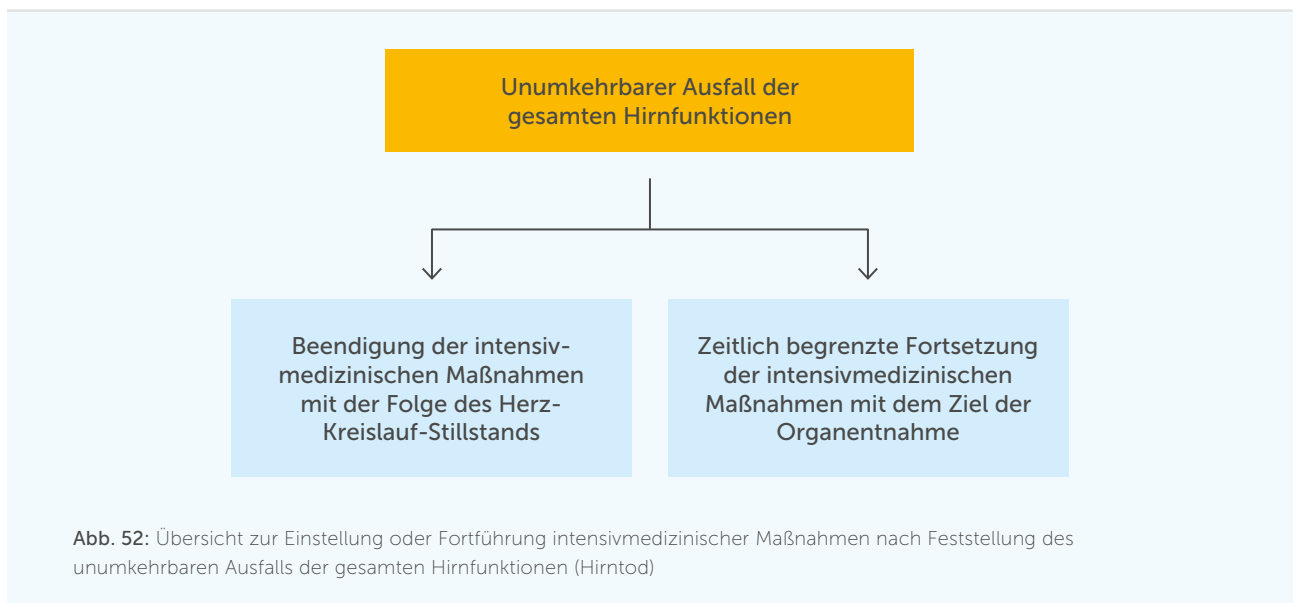
Bei Frühgeborenen (unter 37 Schwangerschaftswochen) ist die hier vorgestellte Diagnostik gemäß der Richtlinie zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) aufgrund der Unreife des zentralen Nervensystems nicht anwendbar. Das gilt ebenso für Kinder mit sehr schweren Anlagestörungen des Gehirngewebes (**Anenzephalie**). Da bei ihnen der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) gemäß der Richtlinie der Bundesärztekammer nicht festgestellt werden kann, ist auch die Voraussetzung für eine potenzielle Organ- oder Gewebespende nicht erfüllt: Frühgeborenen und Kindern mit Anenzephalie werden daher in Deutschland keine Organe entnommen.

Anenzephalie

Bedeutet wörtlich übersetzt: ohne Gehirn. Etwa während der dritten bis vierten Schwangerschaftswoche kommt es zu einer Störung in der Embryonalentwicklung: Schädelknochen sowie große Teile des Gehirns fehlen, aber nicht das gesamte Gehirn. Für diese schwere Fehlbildung steht keine Therapie zur Verfügung. Die Kinder sind nicht lebensfähig und versterben oftmals schon im Mutterleib oder kurz nach der Geburt.

Konsequenzen aus der Diagnose unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Mit der Diagnose unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist der Tod des Menschen festgestellt, das heißt, auch seine Rechtsfähigkeit ist beendet. Mit dieser Feststellung liegt eine sichere Entscheidungsgrundlage für die behandelnden Ärztinnen und Ärzte vor: Die Behandlung ist zu beenden. Die Angehörigen werden über die Folgen ausführlich informiert und es wird ihnen verdeutlicht, dass keine weitere Behandlung erfolgt. Entweder werden die intensivmedizinischen Maßnahmen einschließlich der Beatmung zeitnah eingestellt, sodass das bis dahin künstlich aufrecht-erhaltene Herz-Kreislauf-System bald zum Stillstand kommt, oder es erfolgt für eine begrenzte Zeit die Fortführung der intensivmedizinischen Maßnahmen, um Organe und/oder Gewebe zu entnehmen.



Patientenwille am Lebensende – Organspende und Therapiebegrenzung

Eine Organ- und Gewebeentnahme ist erst dann zulässig, nachdem die Diagnose des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) feststeht. Für den Fall, dass der Wille des Betroffenen zur Organspende nicht ermittelt werden kann, ist eine Organspende zulässig, wenn die nächsten Angehörigen der Organspende zustimmen. Ist auch der mutmaßliche Wille nicht bekannt, entscheiden sie nach ihren eigenen Vorstellungen.

Allerdings gibt es auch Situationen, in denen das Thema Organspende schon vor Einleitung der Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) bedeutsam werden kann: Bei einem absehbaren Lebensende stellt sich die Frage nach den Wünschen der Patientin oder des Patienten in diesem Falle. Besteht der Wunsch, die intensivmedizinische Behandlung (zum Beispiel Beatmung) zu begrenzen oder an einem bestimmten Punkt abubrechen und so den Sterbeprozess einzuleiten oder zu beschleunigen? Besteht der Wunsch, Organe und Gewebe zu spenden?

In einem solchen Fall ist es sinnvoll, dass zwischen Betreuungsperson oder Bevollmächtigten, nächsten Angehörigen und den behandelnden Ärztinnen und Ärzten über den Verlauf und die Prognose der Erkrankung der betroffenen Person gesprochen wird. Hierbei sollten auch mögliche Wünsche der Patientin bzw. des Patienten am Lebensende erörtert werden. Wenn der Zustand nach ärztlicher Erfahrung keine Heilung zulässt und mit dem baldigen Tod gerechnet werden muss, kann eine Überprüfung notwendig sein, ob die weitere Behandlung im Patientensinne angepasst werden muss. Bereits zu diesem Zeitpunkt kann es auch wichtig sein, die Entscheidung zur Organ- und Gewebespende der oder des Betroffenen zu kennen.

Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt worden, so ist es für eine Organspende unabdingbar, intensivmedizinische Maßnahmen (zum Beispiel künstliche Beatmung) in Vorbereitung auf eine mögliche Organspende bis zur Entnahme von Organen fortzuführen, um die Transplantationsfähigkeit der Organe zu erhalten.

Der Wunsch nach Abbruch oder Begrenzung medizinischer Maßnahmen kann im Widerspruch zur Bereitschaft stehen, Organe zu spenden. Dies kann der Fall sein, wenn sich der Betroffene in einer Patientenverfügung gegen intensivmedizinische Maßnahmen ausgesprochen oder seinen Wunsch nach Therapiebegrenzung in anderer Weise ausgedrückt hat. Es ist daher wichtig, die Erklärung des betroffenen möglichen Organspenders zur Organ- und Gewebespende zu kennen. Alle Erklärungen – wie eine Patientenverfügung und der Organspendeausweis – sind bei der Ermittlung des Patientenwillens durch die behandelnden Ärztinnen und Ärzte heranzuziehen.

Vielen Menschen ist nicht bewusst, dass eine Patientenverfügung im Widerspruch zu einer ebenfalls vorliegenden Organspendeerklärung stehen kann oder in Bezug auf eine gleichzeitig vorliegende Organspendeerklärung nicht eindeutig ist. Die Patientenverfügung selbst sollte daher idealerweise die Frage nach der Organspendebereitschaft beantworten und damit den eigenen Willen gegenüber den nächsten Angehörigen, Betreuungspersonen, Bevollmächtigten und Ärztinnen bzw. Ärzten deutlich machen. Somit kann jede und jeder Einzelne sicherstellen, dass ihre oder seine Wünsche am Lebensende beachtet und umgesetzt werden.

Exkurs: Patientenverfügung

In einer Patientenverfügung wird festgelegt, welche medizinischen Maßnahmen durchgeführt bzw. unterlassen werden sollen, wenn die unterzeichnende Person nicht mehr entscheidungsfähig ist. Eine Patientenverfügung kann auch dazu genutzt werden, eine Entscheidung für oder gegen eine Organ- und Gewebespende zu dokumentieren. Hierzu wird folgende Formulierung empfohlen:

Ich stimme einer Entnahme meiner Organe und Gewebe nach meinem Tod zu Transplantationszwecken zu (gegebenenfalls: Ich habe einen Organspendeausweis ausgefüllt). Komme ich nach ärztlicher Beurteilung bei einem sich abzeichnenden Hirntod als Organspender in Betracht und müssen dafür ärztliche Maßnahmen durchgeführt werden, die ich in meiner Patientenverfügung ausgeschlossen habe, dann (Alternativen)

- *geht die von mir erklärte Bereitschaft zur Organspende vor.*
- *gehen die Bestimmungen in meiner Patientenverfügung zur Therapiebegrenzung vor.*

Oder:

Ich lehne eine Entnahme meiner Organe und Gewebe nach meinem Tod zu Transplantationszwecken ab.

Weitere Informationen zur Patientenverfügung finden sich in der vom Bundesministerium der Justiz herausgegebenen Broschüre: „Patientenverfügung – Wie sichere ich meine Selbstbestimmung in gesundheitlichen Angelegenheiten?“. Zugriff am 21.08.2017. Verfügbar unter: www.bmj.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Patientenverfuegung.html

Außerdem hat die Bundesärztekammer ein „Arbeitspapier zum Verhältnis von Patientenverfügung und Organspendeerklärung“ erstellt. Zugriff am 21.08.2017. Verfügbar unter: https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/Patienten/Arbeitspapier_Patientenverfuegung_Organspende_18012013.pdf

Organ- und/oder Gewebeentnahme

Nach Paragraph 9a Absatz 2 Nummer 1 Transplantationsgesetz sind die Krankenhäuser zu Folgendem verpflichtet: Nachdem der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt wurde, wird die Koordinierungsstelle für die Organspende benachrichtigt. Eine solche Meldung erfolgt nur dann, wenn diese Personen überhaupt als Organspender in Betracht kommen. Dies ist der Fall, wenn sie entweder zu Lebzeiten ihre Organspendebereitschaft dokumentiert haben oder eine Zustimmung der Angehörigen in Betracht kommen könnte. Zusätzlich müssen diese Personen nach ärztlicher Beurteilung als Spender geeignet sein.

Liegt der Ärztin oder dem Arzt weder eine schriftliche Einwilligung noch ein schriftlicher Widerspruch des möglichen Organ- oder Gewebespenders vor, ist spätestens nach der Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) mit dem nächsten Angehörigen zu klären, ob von dem Verstorbenen eine Erklärung zur Organ- und Gewebespende bekannt ist. Ist dies nicht der Fall, werden die nächsten Angehörigen gebeten, unter Beachtung des mutmaßlichen Willens der verstorbenen Person zu entscheiden; lässt sich dieser mutmaßliche Wille nicht ermitteln, entscheiden die nächsten Angehörigen nach ihren eigenen Vorstellungen. Wird eine Organentnahme abgelehnt, werden alle intensivmedizinischen Maßnahmen eingestellt.

Wird der Organentnahme zugestimmt, werden im Wesentlichen die üblichen intensivmedizinischen Maßnahmen für eine begrenzte Zeit bis zur Organentnahme weitergeführt. Vorrangiges Ziel ist es nun, die Herz-Kreislauf-Funktion und die Durchblutung und Funktionsfähigkeit der Spenderorgane bestmöglich zu sichern, um damit die erfolgreiche Übertragung der Organe auf den Empfänger vorzubereiten. Dieser Zeitraum wird auch als Spenderkonditionierung oder als Behandlung zum Schutz der Organe (organprotektive Therapie) bezeichnet. Für den möglichen Organspender bleibt die Behandlung in dieser Zeit im Wesentlichen gleich. Die Maßnahmen zur Spenderkonditionierung sind weitgehend mit den üblichen intensivmedizinischen Maßnahmen identisch. Er wird mit derselben Aufmerksamkeit überwacht wie zuvor. Auch seine würdevolle Pflege und die einfühlsame Betreuung der Angehörigen sind weiterhin gewährleistet.



Transplantationsgesetz (TPG)

Am 1. Dezember 1997 trat das *Transplantationsgesetz (TPG)* in Kraft. Damit erhielt die Transplantationsmedizin in der Bundesrepublik Deutschland erstmals eine gesetzliche Grundlage. Zuvor bestand seit 1987 der Transplantationskodex, der von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Transplantationszentren verfasst worden war. Die deutschen Transplantationszentren hatten sich selbst zur Einhaltung des Transplantationskodex verpflichtet, um die Wahrung juristischer, ethischer und medizinischer Grundsätze in der Transplantationsmedizin sicherzustellen. Dieser Kodex hatte lediglich den Charakter einer Selbstverpflichtung. Rechtssicherheit und -verbindlichkeit wurden erst mit Inkrafttreten des Transplantationsgesetzes geschaffen.

Das Transplantationsgesetz regelt die Voraussetzungen der Spende sowie die Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben nach dem Tod und zu Lebzeiten. Das Gesetz sieht eine strikte organisatorische und personelle Trennung der Bereiche Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik), der Organentnahme, der Organvermittlung sowie der Organtransplantation vor und legt damit die unterschiedlichen Zuständigkeiten eindeutig fest.

Diese Vorgabe dient der Klarheit und Transparenz, sie beugt Interessenkonflikten auf ärztlicher Seite vor und gewährleistet die Chancengleichheit aller Patientinnen und Patienten auf der einheitlichen Warteliste. Die Organentnahme erfolgt in Krankenhäusern, die für Organentnahmen ausgestattet sind; diese werden im Transplantationsgesetz als *Entnahmekrankenhäuser* bezeichnet. Für die Koordinierung der Organspende ist die Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO) verantwortlich und die Stiftung Eurotransplant (ET) übernimmt die Vermittlung von nach dem Tod gespendeten Organen in Belgien, Deutschland, Kroatien, Luxemburg, in den Niederlanden, in Österreich, Ungarn und Slowenien.

Transplantationsgesetz (TPG)

Am 1. Dezember 1997 trat das Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz – TPG) in Kraft. Ziel des Gesetzes ist es, die Bereitschaft zur Organspende in Deutschland zu fördern. Es gilt für die Spende und die Entnahme von menschlichen Organen oder Geweben zum Zwecke der Übertragung sowie für die Übertragung der Organe und der Gewebe einschließlich der Vorbereitung dieser Maßnahmen. Es gilt ferner für das Verbot des Handels mit menschlichen Organen oder Geweben. Der vollständige Gesetzestext ist im Internet abrufbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/tpg/TPG.pdf>

Entnahmekrankenhäuser

Entnahmekrankenhäuser sind nach Paragraph 108 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch oder nach anderen gesetzlichen Bestimmungen zugelassene Krankenhäuser, die nach ihrer räumlichen und personellen Ausstattung in der Lage sind, Organentnahmen von möglichen Spendern nach Paragraph 3 oder Paragraph 4 nach Maßgabe des Paragraphen 11 Absatz 4 Satz 5 zu ermöglichen (Paragraph 9a Absatz 1 TPG).

Entscheidungslösung

Der Deutsche Bundestag hat sich 1997 bei der Verabschiedung des Transplantationsgesetzes nach einer intensiven öffentlich geführten Debatte für eine Lösung entschieden, die grundsätzlich die Zustimmung des Spenders voraussetzt. Wesentliche Gründe waren, dass eine Entscheidung für die Organspende immer eine eigene, freiwillige und vor allem bewusst getroffene Entscheidung sein muss. Angesichts der etwa 10.000 Menschen, die derzeit in Deutschland auf ein Spenderorgan warten, ist es zu wünschen, dass sich möglichst viele Menschen zu Lebzeiten mit dem Thema einer möglichen Organspende nach ihrem Tod auseinandersetzen.

Daher hat der Deutsche Bundestag im Jahr 2012 mit großer Mehrheit das Gesetz zur Regelung der Entscheidungslösung im Transplantationsgesetz verabschiedet. Danach soll jeder Mensch regelmäßig in die Lage versetzt werden, sich mit der Frage der eigenen Spendebereitschaft ernsthaft zu befassen, um anschließend eine persönliche, freiwillige Entscheidung zu treffen und zu dokumentieren. Aus Sicht des Gesetzgebers kann nur diese Freiwilligkeit die Akzeptanz in die Organspende fördern.

Damit regelmäßig eine Auseinandersetzung mit der eigenen Einstellung zur Organ- und Gewebespende erfolgen kann, wird jede krankenversicherte Person, die das 16. Lebensjahr vollendet hat, von ihrer Krankenkasse bzw. ihrem privaten Versicherungsunternehmen wiederholt angeschrieben. Um eine getroffene Entscheidung dokumentieren zu können, stellen die Krankenkassen bzw. Versicherungsunternehmen kostenlos Organspendeausweise zur Verfügung. Die Entscheidung wird weder von den Krankenkassen noch von den Versicherungsunternehmen erfasst. Es gibt auch kein Register, in dem die Entscheidungen der Bürgerinnen und Bürger erfasst werden. Langfristig ist eine Speicherungsmöglichkeit der Entscheidung für oder gegen eine Organ- und Gewebespende auf der elektronischen Gesundheitskarte geplant.

Voraussetzungen für eine Organ- und Gewebeentnahme nach dem Transplantationsgesetz

Das Transplantationsgesetz gibt drei Voraussetzungen für die Entnahme von Organen und Geweben vor:

1. das Vorliegen einer Zustimmung zur Organ- und Gewebeentnahme (siehe hierzu Paragraph 3 Absatz 1 Satz 1 „Entnahme mit Einwilligung des Spenders“ und Paragraph 4 „Entnahme mit Zustimmung anderer Personen“) und
2. die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms (siehe hierzu Paragraph 3 Absatz 1 Satz 2 „Entnahme mit Einwilligung des Spenders“).
3. Zudem muss die Entnahme von Organen durch eine Ärztin bzw. einen Arzt vorgenommen werden (Paragraph 3 Absatz 1 Nummer 3).

Die Entscheidung für oder gegen eine Organ- und Gewebespende sollte jeder Mensch zu Lebzeiten möglichst schriftlich dokumentieren (zum Beispiel in einem Organspendeausweis oder in einer Patientenverfügung) und auch den nächsten Angehörigen mitteilen. Kommt nach Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) aus medizinischer Sicht eine Organspende in Betracht, werden die Angehörigen befragt, ob die verstorbene Person sich zu Lebzeiten zur Frage einer Organ- und Gewebespende mündlich oder schriftlich erklärt hat. Falls den Angehörigen nichts bekannt ist, werden sie nach dem mutmaßlichen Willen des Verstorbenen gefragt und gebeten, in seinem Sinne zu entscheiden.

Lässt sich der mutmaßliche Wille nicht feststellen, entscheiden die Angehörigen nach ihren eigenen Vorstellungen. Die Entnahme ist zudem nur dann zulässig, wenn die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls von Großhirn, Kleinhirn und Hirnstamm nach Paragraph 5 Absatz 2 Transplantationsgesetz (TPG) durch zwei dafür qualifizierte Fachärztinnen bzw. Fachärzte getroffen worden ist, die den Organ- oder Gewebespende unabhängig voneinander untersucht haben. Diese dürfen weder an der Entnahme noch an der Übertragung der Organe oder Gewebe des Spenders beteiligt sein.

Sie dürfen auch nicht Weisungen eines Arztes unterstehen, der an diesen Maßnahmen beteiligt ist (vgl. Paragraph 5 Absatz 1 und 2 TPG). Die Feststellung der Untersuchungsergebnisse und ihr Zeitpunkt sind von den Ärztinnen und Ärzten zu dokumentieren. Den nächsten Angehörigen ist die Gelegenheit zur Einsichtnahme zu gewähren. Diese können eine Person ihres Vertrauens hinzuziehen. Die Diagnose des endgültigen unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) erfolgt nach der Richtlinie der

 **Bundesärztekammer.**

Bundesärztekammer (BÄK)

Die Bundesärztekammer (Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Ärztekammern) ist die Spitzenorganisation der ärztlichen Selbstverwaltung. Für die Transplantationsmedizin stellt die Bundesärztekammer den Erkenntnisstand der medizinischen Wissenschaft in Richtlinien fest. Dazu wurde sie vom Gesetzgeber in Paragraph 16 Absatz 1 Transplantationsgesetz ermächtigt.

Richtlinienerstellung durch die Bundesärztekammer

Die Bundesärztekammer ist nach Paragraph 16 Transplantationsgesetz (TPG) durch den Gesetzgeber beauftragt, den Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft für die Regeln der Feststellung des Todes nach Paragraph 3 Absatz 1 Satz 2 sowie zur Transplantationsmedizin in Richtlinien festzustellen (Richtlinienkompetenz der Bundesärztekammer).

Der Vorstand der Bundesärztekammer hat mit der Erarbeitung der Richtlinien zwei ihrer Gremien beauftragt: den **Wissenschaftlichen Beirat** und die **Ständige Kommission Organtransplantation**. Diese Aufgabe nimmt für die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) (Paragraph 16 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 TPG) der Wissenschaftliche Beirat und für die Transplantationsmedizin (Paragraph 16 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 bis 7 TPG) die Ständige Kommission Organtransplantation (StäKO) wahr.

Die Richtlinien, die der Wissenschaftliche Beirat und die Ständige Kommission Organtransplantation im Rahmen des Paragraphen 16 des Transplantationsgesetzes erarbeiten, werden durch den Vorstand der Bundesärztekammer verabschiedet und regelmäßig dem aktuellen Erkenntnisstand der medizinischen Wissenschaft angepasst. Sie sind nachvollziehbar zu begründen und werden erst nach Genehmigung durch das Bundesministerium für Gesundheit wirksam. Dadurch werden die Richtlinien transparenter und nachvollziehbarer. Die Richtlinien sind abrufbar unter www.bundesaerztekammer.de.

Wissenschaftlicher Beirat

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesärztekammer ist interdisziplinär aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern verschiedener Fachgebiete der Medizin zusammengesetzt. Seine Aufgabe ist die Beratung des Vorstands der Bundesärztekammer zu medizinisch-wissenschaftlichen Fragen, die insbesondere die Anwendung von Gesetzen und die ärztliche Berufsausübung betreffen. Er erarbeitet nach der Beauftragung durch den Vorstand der Bundesärztekammer Stellungnahmen, Richtlinien bzw. Empfehlungen zu verschiedenen Themenkomplexen unter Berücksichtigung von ethischen Aspekten.

Ständige Kommission Organtransplantation (StäKO)

Die Bundesärztekammer stellt gemäß Paragraph 16 TPG den Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft fest und legt gemäß Paragraph 16 Absatz 2 Satz 1 TPG das Verfahren für die Erarbeitung der Richtlinien und für die Beschlussfassung fest. Hierzu hat sie ein Gremium, die Ständige Kommission Organtransplantation (StäKO), eingerichtet. Ihre Aufgaben sind unter anderem die Erarbeitung von Empfehlungen zu Grundsätzen und von Richtlinien für die Organspende, -vermittlung und -verteilung sowie der Organtransplantation. Weitere Informationen zur StäKO siehe: www.bundesaerztekammer.de/ueber-uns/gremien-und-buendnisse.

Antworten auf häufig gestellte Fragen

Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) im Zusammenhang mit dem Thema Organspende

Viele Menschen haben Fragen zur Hirntod-Diagnostik. Oftmals berühren die Fragen aber nicht nur dieses Thema, sondern stehen in enger Verbindung zur Organspende.

Warum ist es wichtig, sich für oder gegen eine Organspende zu entscheiden?

In Deutschland wird man erst mit einer schriftlichen oder mündlichen Willenserklärung zur Organspenderin oder zum Organspender. Deswegen ist es wichtig, mit Angehörigen und engen Freunden über seine Entscheidung zu sprechen und einen Organspendeausweis bei sich zu tragen.

Hat man keine Entscheidung getroffen und der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) tritt ein, werden die nächsten Angehörigen befragt. Dann gilt es, den Willen der oder des Verstorbenen zu beachten. Damit die Angehörigen in der akuten Situation Bescheid wissen, ist es wichtig, sich frühzeitig Gedanken über die Organ- und Gewebespende zu machen und darüber zu sprechen.

Es ist wichtig, eine persönliche Entscheidung zu treffen, damit die eigenen Wünsche hinsichtlich der Organspende, gleichgültig ob einer Spende zugestimmt oder widersprochen wird, umgesetzt werden können. Eine Entscheidung gibt den Angehörigen, den Ärztinnen und Ärzten und Pflegenden die Gewissheit, im Sinne der oder des Verstorbenen zu handeln.

Wenn ich einer Organspende zu Lebzeiten, zum Beispiel in einem Organspendeausweis, zugestimmt habe, wird im Fall der Fälle wirklich alles getan, um mein Leben zu retten?

Die behandelnden Ärztinnen und Ärzte sind dem Wohl der Patientin bzw. des Patienten verpflichtet; daher ist es das Ziel aller medizinischen Maßnahmen, das Leben dieser Person zu retten. Eine eventuelle (dokumentierte) Organspendebereitschaft spielt hier keine Rolle.

Sind die Ärztinnen und Ärzte nicht nur an einer schnellen Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) interessiert, um an Spenderorgane zu kommen?

Das Transplantationsgesetz (TPG) beugt Interessenkonflikten vor: Die an den Untersuchungen beteiligten Fachärztinnen und Fachärzte dürfen im Falle einer Organspende weder an der Entnahme noch an der Übertragung der Organe und/oder Gewebe beteiligt sein. Sie dürfen auch nicht Weisungen einer Ärztin oder eines Arztes unterstehen, die oder der an diesen Maßnahmen beteiligt ist. Mit dieser Regelung wird die Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) von einer möglichen Organspende und Organtransplantation streng getrennt.

Wer überprüft, ob die Hirntod-Diagnostik korrekt durchgeführt wird?

Hierfür ist die sogenannte Überwachungskommission zuständig. Diese Kommission wurde auf der Grundlage von Paragraph 11 Absatz 3 Satz 4 Transplantationsgesetz vom Spitzenverband Bund der Krankenkassen, der Bundesärztekammer und der Deutschen Krankenhausgesellschaft eingesetzt und arbeitet in deren Auftrag. Die Kommission überprüft gemeinsam mit einer Expertengruppe die Krankenakten einschließlich der Protokolle zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod). Insbesondere wird geprüft, ob jeweils die Voraussetzungen für die Feststellung des Hirntods gegeben waren, ob es Abweichungen von der Richtlinie gab, ob die Dokumentation mangelhaft war oder ob zum Beispiel Probleme im Angehörigengespräch im Zusammenhang mit der Hirntod-Feststellung aufgetreten sind. Die Krankenhäuser sind gesetzlich verpflichtet, dieser Kommission die erforderlichen Unterlagen zur Verfügung zu stellen und die erforderlichen Auskünfte zu erteilen. Der Jahresbericht der Überwachungskommission wird regelmäßig im Internet unter www.bundesaerztekammer.de veröffentlicht.

Wann wird das Thema Organspende bei einer Patientin oder einem Patienten bedeutsam?

Trotz intensivster Bemühungen der Ärztinnen und Ärzte kann es sein, dass die Behandlung einer Patientin oder eines Patienten aussichtslos geworden ist. Weisen alle Anzeichen auf einen unumkehrbaren Hirnfunktionsausfall hin, so muss dieser Verdacht abgeklärt werden. Die Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) muss exakt nach dem in der Richtlinie der Bundesärztekammer vorgegebenen Untersuchungsschema durchgeführt werden.

Nachdem der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt wurde, sind die Krankenhäuser verpflichtet, die Koordinierungsstelle für die Organspende zu benachrichtigen. Eine solche Meldung erfolgt nur dann, wenn diese Person überhaupt nach ärztlicher Beurteilung als Organspenderin oder Organspender in Betracht kommt. Zusätzlich muss die Person zu Lebzeiten ihre Organspendebereitschaft dokumentiert haben oder es muss eine Zustimmung der Angehörigen in Betracht kommen können.

Wie wird der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt?

Die Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen erfolgt in einem dreistufigen Verfahren. Dabei haben die Fachärztinnen und Fachärzte anhand der Richtlinie der Bundesärztekammer zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (siehe S. 82 f) vorzugehen. Grundsätzlich gilt, dass der jeweils nächste Schritt nur eingeleitet werden darf, wenn der vorherige abgeschlossen ist.

Zunächst wird geprüft, ob die Voraussetzungen für die Feststellung eines unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) vorliegen. Hierzu werden Ursache, Art und Ausmaß der Gehirnschädigung überprüft, und mögliche vorübergehend wirkende Einflüsse auf die Gehirnfunktion werden ausgeschlossen. Sind die Voraussetzungen gegeben, werden die klinischen

Symptome des Ausfalls der Hirnfunktionen und deren Unumkehrbarkeit (erneute klinische Untersuchung nach definierter Wartezeit und/oder ergänzende apparative Untersuchung) überprüft. Die gesamten Untersuchungen werden von zwei Fachärztinnen oder Fachärzten unabhängig voneinander durchgeführt und protokolliert.

Warum werden vor der Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) Schmerzmittel abgesetzt?

Durch einen unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist die Schmerzwahrnehmung erloschen. Das Fehlen von hirngesteuerten Reaktionen auf Schmerzreize wird im Rahmen der Diagnostik des Hirnfunktionsausfalls überprüft. Um den Ausfall sicher feststellen zu können, werden beruhigende oder schmerzlindernde Substanzen zuvor abgesetzt. Es ist zu beachten, dass der Eintritt eines unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) einem typischen klinischen Verlauf einschließlich aufgehobener Schmerzwahrnehmung folgt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass bei Einleitung der richtliniengemäßen Diagnostik keine Schmerzwahrnehmung mehr vorhanden ist. Sollte dennoch eine Reaktion auf den gesetzten Reiz erfolgen, wird das diagnostische Verfahren sofort abgebrochen.

Kann der unumkehrbare Hirnfunktionsausfall nicht mit anderen Erkrankungen (zum Beispiel Koma, Locked-in-Syndrom) verwechselt werden?

Der unumkehrbare Hirnfunktionsausfall kann zweifelsfrei von anderen Gehirnerkrankungen und -einschränkungen unterschieden werden. Die Untersuchungen, die im Verlauf der Diagnostik des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik) in Deutschland durchgeführt werden, lassen seine eindeutige Abgrenzung zu.

Kann ein Mensch, bei dem der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt wurde, wieder ins Leben zurückkehren?

Eine Rückkehr ins Leben ist ausgeschlossen. Auch wenn nach Feststellung des Hirntods das Herz-Kreislauf-System noch für kurze Zeit (meist weniger als zwei Wochen) unter künstlicher Beatmung aufrechterhalten werden kann und noch nicht alle Zellen im Gehirn abgestorben sind, wird das Gehirngewebe nach und nach vollständig abgebaut. Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist definiert als endgültiger Funktionsausfall von Großhirn, Kleinhirn und Hirnstamm, nicht als Nekrose (Zelltod). Der Funktionsausfall hat auch den Ausfall der Steuerung des Organismus durch das Gehirn zur Folge.

Er entsteht, weil die Gehirnzellen durch den Ausfall der Hirndurchblutung von der Versorgung abgeschnitten werden, nicht mehr funktionieren und dann nach und nach absterben. Durch den Ausfall der Durchblutung werden die Gehirnzellen nicht mehr versorgt. Nach und nach erlischt deren Funktion und sie sterben ab. Immer wieder wird in der Sensationspresse – meist aus den USA – von Fällen berichtet, bei denen ein angeblich hirntoter Mensch wieder zurück ins Leben gekommen sei.

Hierbei handelt es sich ausnahmslos um Patientinnen und Patienten, bei denen die Diagnostik zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod-Diagnostik), wie sie die Richtlinie der Bundesärztekammer vorgibt, nicht sachgerecht durchgeführt wurde: Die Untersuchungen waren entweder nicht vollständig oder sie wurden unter Missachtung der wesentlichen Voraussetzungen durchgeführt. Keiner der behaupteten Fälle hat einer wissenschaftlichen Überprüfung standgehalten.

Ist es richtig, dass Verkehrsunfälle die häufigste Ursache für den unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) sind?

Nein, das ist zumindest für die derzeitige Situation in Deutschland nicht richtig. Für das Jahr 2016 waren in weit über der Hälfte der Fälle eine Mangeldurchblutung des Gehirns oder eine Einblutung in den Schädelraum oder das Gehirngewebe selbst Ursache für den unumkehrbaren Hirnfunktionsausfall bei Organspendern.

Blutungen im Schädelinneren können zum Beispiel die Folge eines Bluthochdrucks oder eines geplatzten Blutgefäßes sein. Schädelhirnverletzungen spielten mit circa 16 Prozent der Fälle nur eine untergeordnete Rolle (Quelle: DSO Jahresbericht 2016).

Warum ist bei einer Organentnahme keine Vollnarkose vorgeschrieben?

Bei einer lebenden Person soll die Narkose dazu dienen, dass die Patientin oder der Patient keine Schmerzen empfindet, in einen schlafähnlichen Zustand versetzt wird und die Muskeln entspannt werden.

Für jedes dieser Ziele gibt es ein Medikament:

- ein Mittel gegen Schmerzen = Analgetikum,
- ein Schlafmittel = Hypnotikum und
- ein Mittel zur Muskelerlaffung = Muskelrelaxans.

Vor einer Organentnahme wurde zweifelsfrei der Tod durch den unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt. Dies bedeutet, dass Rezeptoren im Gehirn funktionslos sind und eine Schmerzwahrnehmung im Großhirn unmöglich ist. Aus diesem Grund könnte eine Narkose bei einem Verstorbenen die Schmerzwahrnehmung gar nicht ausschalten.

Muskelrelaxantien werden verabreicht, um Reflexe auf Rückenmarksebene, die zu Spontanbewegungen und zum Anstieg von Blutdruck und Herzfrequenz während der Operation führen können, zu verhindern.

Warum ist eine Anästhesistin bzw. ein Anästhesist bei der Organentnahme dabei, wenn eine Vollnarkose nicht notwendig ist?

Die Anästhesistin bzw. der Anästhesist ist anwesend, um zum Beispiel die künstliche Beatmung und die Kreislauffähigkeit zu überwachen. Bei Menschen mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) kann es aufgrund der fehlenden Gehirntätigkeit und der Folgeveränderungen im Körper zu einem instabilen Kreislauf oder zu erheblichen Störungen in Stoffwechsel, Gerinnung, Blutsalzkonzentrationen oder der Temperaturregulation kommen. Diese Veränderungen können die Organe schädigen und somit deren Eignung für eine Organübertragung beeinträchtigen. Um dies zu verhindern, muss die Anästhesistin bzw. der Anästhesist unter anderem für eine gute Durchblutung und Versorgung der Organe sorgen.

Warum werden bei einer Organentnahme muskelentspannende Medikamente gegeben?

Bei einer lebenden Person soll die Narkose über die Blockade von Schmerzrezeptoren im Gehirn die Schmerzwahrnehmung ausschalten (Verabreichung von Schmerzmitteln). Darüber hinaus dient die Narkose der Aufhebung des Bewusstseins (Verabreichung von Schlafmitteln) sowie der Entspannung der Muskeln (Verabreichung von muskelentspannenden Mitteln) während einer Operation.

Dies kann über die Gabe verschiedener Medikamente erreicht werden. Bei einer Organentnahme wurde zuvor zweifelsfrei der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt. Damit ist auch nachgewiesen, dass weder Schmerzwahrnehmung noch Bewusstsein vorhanden sind. Eine Medikamentengabe während der Organentnahme kann also gar nicht mehr auf die Ausschaltung des Bewusstseins und der Schmerzwahrnehmung wirken, weil das Gehirn in seiner Gesamtheit nicht mehr funktionsfähig ist. Sie kann aber verhindern, dass Rückenmarks-Reflexe zu unwillkürlichen Spontanbewegungen und zum Anstieg von Blutdruck und Herzfrequenz während der Organentnahme führen.

Muskelentspannende Medikamente werden gegeben, um Rückenmarks-Reflexe auszuschalten und dadurch die Operationsbedingungen zu verbessern und die Spenderorgane zu schützen. Für diesen Zweck können auch Opiate verabreicht werden.

Wie lange kann ein Mensch mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) beatmet werden?

Eine Aufrechterhaltung der Herz-Kreislauf-Funktion bei Menschen mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist in der Regel nicht länger als zwei Wochen möglich.

Viele Angehörige von Menschen mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) glauben, dass eine Aufrechterhaltung der Beatmung sowie weiterer intensivmedizinischer Maßnahmen doch noch irgendwann den Weg zurück ins Leben eröffnen können.

Trotz Beatmung beginnt mit dem Ausfall der Gehirndurchblutung der Zerfall des Gehirns. Nach etwa einer Woche hat sich oft das Gehirngewebe selber aufgelöst und zum Teil verflüssigt. Durch den Verlust der Steuerungsfunktionen des Gehirns können Stoffwechselvorgänge nicht mehr kontrolliert werden, beispielsweise wird der Salz-Wasser-Haushalt nicht mehr geregelt, sodass elementare Lebensvorgänge auch bei zunehmendem intensivmedizinischen Aufwand nicht kontrolliert und aufrechterhalten werden können.

Schließlich kommt es trotz Intensivtherapie zum Herz-Kreislauf-Versagen. Wann dies genau der Fall sein wird, lässt sich zeitlich nicht exakt vorhersagen, oft bricht aber der Kreislauf bereits nach wenigen Stunden bis Tagen zusammen.

Warum kann eine Schwangere mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ein Kind austragen?

Es gelingt äußerst selten, dass ein Kind bis zur Lebensfähigkeit in einer Schwangeren mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) heranwachsen kann. Die Fortführung einer solchen Schwangerschaft ist hoch kompliziert und nur mit maximalem Einsatz intensivmedizinischer Maßnahmen möglich. Eine Schwangerschaft wird in erster Linie hormonell durch den Mutterkuchen (Plazenta) gesteuert. Voraussetzung hierfür ist, dass das Kind auch weiterhin über den mütterlichen Kreislauf mit Nährstoffen versorgt wird.

Liegt der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) vor, kann es unter bestimmten Voraussetzungen gelingen, dass eine Schwangerschaft fortgeführt wird. Dies gilt nur für weit fortgeschrittene Schwangerschaften. Das Ungeborene selbst kann bereits über einige aktive Stoffwechselleistungen, die es an die „hirntote Mutter“ erbringt, an der Aufrechterhaltung der Schwangerschaft mitwirken: Das intakte kindliche Gehirn sendet dann rückwärtig Botenstoffe in den mütterlichen Kreislauf aus.

Daneben muss der mütterliche Kreislauf durch intensivmedizinische Maßnahmen aufrechterhalten werden, damit das Kind durchgängig ausreichend versorgt wird. Auch die Gabe zusätzlicher Hormone kann unter Umständen dazu beitragen, dass in manchen Fällen das „biologische System Mutter“ bis zur Lebensfähigkeit des Kindes aufrechterhalten wird.

Wird eine Diagnose des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) überhaupt durchgeführt, wenn es nicht um eine Organspende geht?

Die Untersuchung als solche ist grundsätzlich unabhängig von einer Organspende. Wird sie durchgeführt, geht es ausschließlich darum, Sicherheit bezüglich des Zustands der Patientin bzw. des Patienten zu erlangen, weil eine Fortführung der Therapie im Falle eines unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) nicht mehr gerechtfertigt ist. Dies ist gerade im Hinblick auf eine eventuelle Patientenverfügung wichtig.

Nach den verfügbaren Daten ist davon auszugehen, dass ein erheblicher Anteil der Untersuchungen des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ohne einen Bezug zur Organspende durchgeführt wird. Beispielsweise wird bei infektiösen Patienten mit einer Hirnhautentzündung der Hirntod bestimmt. Auch in diesen Fällen liegt der allererste Grund zur Durchführung der Diagnostik darin, etwas über den Zustand des Patienten zu erfahren. Aber man möchte in solchen Fällen, bei denen eine Organentnahme gar nicht in Betracht kommt, rasch Klarheit über den Zustand des Patienten erzielen. Dies ist auch deshalb wichtig, um Pflegekräfte – im Falle einer offenkundigen Ausweglosigkeit für einen Patienten – auch vor Übertragung von Infektionen zu schützen.

Ist ein Mensch, bei dem der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt wurde, wirklich tot oder ist er ein Sterbender?

Mit der Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist der Tod des Menschen nachgewiesen. Das Gehirn erbringt für den Gesamtorganismus als „Steuerungszentrale“ die notwendige Integrationsleistung, ohne die er nicht als leiblich-seelische Einheit existieren kann. Kein anderes Organ kann diese Funktion übernehmen. Erlöschen daher die Gehirnfunktionen unwiederbringlich, fallen auch alle Organfunktionen aus und der menschliche Körper zerfällt. Soweit keine technisch-medizinischen Maßnahmen ergriffen werden, schreitet die durch den

Ausfall der Gehirnfunktion hervorgerufene Zerfallskette unweigerlich bis in die einzelnen Zellen aller Organe hinein fort. Auch wenn solche Maßnahmen ergriffen werden, können sie die Gehirnfunktionen nicht wiederherstellen; es gibt keinen naturwissenschaftlich-medizinischen Beleg dafür, dass nach Feststellung des Hirntods jemals ein Mensch Hirnfunktionen wiedererlangt hat. Das Sterben eines Lebewesens ist kein punktuell Geschehen, sondern ein Prozess, der sich über einen längeren Zeitraum erstrecken kann. Mit dem Fortschreiten dieses Prozesses kommt es mehr und mehr zum Zerfall wichtiger Funktionssysteme, der einhergeht mit dem Absterben von Körperzellen und dem Zerfall von Geweben und Organen. So stellen in der Folge eines Herz-Kreislauf-Stills nach und nach alle Organe und Gewebe ihre Arbeit ein und beginnen zu zerfallen. Die einzelnen Körperzellen sterben entsprechend ihrem Energiebedarf in unterschiedlicher Geschwindigkeit ab, die letzten oft erst nach der Bestattung. Dies gilt für jeden Sterbeprozess, unabhängig von Todesumständen und Todesursache.

Können sich hirntote Menschen bewegen?

Nach dem Eintreten des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) kann es unter fortgesetzter Intensivbehandlung zu unwillkürlichen und ungerichteten Bewegungen der Arme und Beine sowie des Rumpfes kommen. Diese Bewegungen entstehen durch Reflexe des Rückenmarks. Bei Menschen mit erhaltener Gehirnfunktion hemmt der Hirnstamm die Aktivität der Rückenmarksnerven und unterdrückt so unwillkürliche Bewegungen. Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) eingetreten, geht diese hemmende Wirkung des Hirnstamms auf das noch funktionierende Rückenmark verloren. Unter diesen Bedingungen werden bestimmte Reize ungehindert mit Reflexen beantwortet. Daher kann es nach Eintritt des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) zu unwillkürlichen Bewegungen der Beine, Arme und des Rumpfes kommen. Rückenmarks-Reflexe sind typische Erscheinungen, die im Zustand des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) auftreten.

Was geschieht mit dem Gehirn nach Eintritt des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)?

Auf den unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) folgt der Zerfall des Gehirns. Wird ein Mensch mit unumkehrbarem Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) weiter beatmet, stirbt das Gehirngewebe ab und kann sich verflüssigen.

Glossar

A

Anenzephalie

Bedeutet wörtlich übersetzt: ohne Gehirn. Etwa während der dritten bis vierten Schwangerschaftswoche kommt es zu einer Störung in der Embryonalentwicklung: Schädelknochen sowie große Teile des Gehirns fehlen, aber nicht das gesamte Gehirn. Für diese schwere Fehlbildung steht keine Therapie zur Verfügung. Die Kinder sind nicht lebensfähig und versterben oftmals schon im Mutterleib oder kurz nach der Geburt.

Aneurysma

Siehe arterielle Gefäßaussackung

Aneurysmata

Mehrzahl von Aneurysma. Siehe arterielle Gefäßaussackung

Anstieg des Schädelinnendrucks

Eine akute Steigerung des Schädelinnendrucks über Stunden oder Tage ist stets lebensbedrohlich. Erste Anzeichen einer akuten Drucksteigerung sind Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen mit Beeinträchtigung von Sehvermögen, Aufmerksamkeit, Konzentration und Gleichgewicht. Im weiteren Verlauf kommt es zum Koma, der Herzschlag wird langsamer, der Blutdruck steigt an und der Atemantrieb erlischt.

Apnoe

Atemstillstand

Arachnoidea

Siehe Spinnwebhaut

Arterielle Gefäßaussackung (Aneurysma)

Unter einem Aneurysma versteht man die örtlich begrenzte, krankhafte Erweiterung einer Schlagader (Arterie), zumeist im Bereich ihrer Aufzweigung. Im betroffenen Gefäßabschnitt bildet sich eine Aussackung, die bestehen bleibt. Handelt es sich um eine krankhafte Aussackung einer Schlagader im Schädelinneren, spricht man von einem hirnarteriellen Aneurysma. Im Bereich eines Aneurysmas ist die Wand der Arterie geschwächt. Angeborene oder erworbene Veränderungen in der Arterienwand können zu einem Aneurysma führen. Übermäßiger Nikotinkonsum gehört zu den Risikofaktoren zur Ausprägung eines Aneurysmas.

Arterien

Schlagadern, die das Blut vom Herzen wegführen

Atem-Reflex

Die Atmung des Menschen wird vom Atemzentrum im unteren Teil des Hirnstamms, dem verlängerten Mark, reguliert. Mit der Atmung wird Sauerstoff ins Blut aufgenommen und Kohlendioxid abgeatmet; das Kohlendioxid verbindet sich im Blut mit Wasser zur Kohlensäure. Wird die Atmung unterbrochen, wird Kohlendioxid nicht mehr abgeatmet und es kommt zu einem messbaren Anstieg des Kohlendioxidgehalts bzw. der Kohlensäure im Blut. Durch diesen Anstieg verschiebt sich der pH-Wert des Blutes in den sauren Bereich. Der Atem-Reflex wird durch den Kohlendioxidgehalt im Blut gesteuert. Der Kohlendioxidgehalt wird im Körper ausschließlich im zentralen Nervensystem im Schädelinneren gemessen. Je weiter der Kohlendioxidgehalt ansteigt, umso stärker wird der Drang zu atmen. Dieses Phänomen ist zum Beispiel beim absichtlichen Luftanhalten zu beobachten.

B

Balken

Der Balken ist eine quer verlaufende Verbindung aus Nervenfasern zwischen den beiden Großhirnhälften.

Barbiturate

Arzneimittel mit beruhigender, schläfrig machender, betäubender und stoffwechselsenkender Wirkung

Bildgebende Verfahren

Bildgebende Verfahren sind diagnostische Maßnahmen, die Bilder aus dem Körperinneren des Menschen liefern. Sie kommen häufig zur Darstellung krankhafter Gewebeveränderungen zum Einsatz und stellen Befunde visuell dar. Zu den bildgebenden Verfahren gehören zum Beispiel die Röntgendiagnostik, die Ultraschall Diagnostik sowie die Computertomographie und Magnetresonanztomographie.

Bundesärztekammer (BÄK)

Die Bundesärztekammer (Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Ärztekammern) ist die Spitzenorganisation der ärztlichen Selbstverwaltung. Für die Transplantationsmedizin stellt die Bundesärztekammer den Erkenntnisstand der medizinischen Wissenschaft in Richtlinien fest. Dazu wurde sie vom Gesetzgeber in Paragraph 16 Absatz 1 Transplantationsgesetz ermächtigt.

C

Computertomographie (CT)

Die Computertomographie ist ein diagnostisches Röntgenverfahren. Mit Unterstützung eines Computers wird der menschliche Körper in Querschnittsbildern dargestellt. Während bei klassischen Röntgenaufnahmen nur Knochen und „röntgendichte“ Strukturen sichtbar sind, wird mit der CT auch Weichteilgewebe sichtbar gemacht. Um bestimmte Strukturen besser im CT-Bild erkennen zu können, wird bei einigen Untersuchungen zusätzlich Kontrastmittel verabreicht.

CPP

Siehe Hirndurchblutungsdruck

D

Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO)

Die Deutsche Stiftung Organtransplantation ist die bundesweite Koordinierungsstelle für postmortale (= nach dem Tod) Organspenden.

III. Hirnnerv

Der III. Hirnnerv ist unter anderem für das Heben des Augenlids, die Engstellung der Pupille sowie für die Beweglichkeit des Augapfels hauptverantwortlich. Er liegt im Schädelinneren an einer bestimmten Stelle unterhalb des Gehirns, eng und unverschiebbar neben einer Schlagader (Arteria communicans posterior, Abb. 1 a). Diese Arterie zweigt direkt nach Durchtritt durch die Schädelbasis von der inneren Kopfschlagader (Arteria carotis interna) ab. Eine Funktionsbeeinträchtigung des III. Hirnnervs macht sich durch folgende Krankheitszeichen bemerkbar: mehr oder weniger ausgeprägtes Hängen des oberen Augenlides, Erweiterung der Pupille, Fehlstellung des Augapfels nach außen unten, Lichtscheu, Schielen und Doppelbilder.

DSO

Siehe Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO)

E

EEG

Die graphische Aufzeichnung der elektrischen Gehirnaktivität wird als Elektroenzephalographie, kurz EEG, bezeichnet. Mithilfe des EEGs werden Informationen über die Funktionsfähigkeit des Großhirns gewonnen.

Um diese Untersuchung durchführen zu können, werden an der Kopfhaut Elektroden angebracht. Dies ist für den Patienten ungefährlich. Das EEG muss unter genauer Einhaltung technischer Richtlinien erfolgen. Kleine Potenzialschwankungen müssen von einem möglichen „elektrischen Rauschen“ sicher abgegrenzt werden. Daher muss die EEG-Registrierung von einem darin erfahrenen Arzt kontrolliert und beurteilt werden. Wird über mindestens 30 Minuten ein kontinuierliches iso-elektrisches EEG (Fehlen von Hirnströmen) unter den genannten Voraussetzungen abgeleitet, bedeutet dies, dass die elektrische Gehirnaktivität erloschen und der unumkehrbare Hirnfunktionsausfall eingetreten ist.

Entnahmekrankenhäuser

Entnahmekrankenhäuser sind die nach Paragraph 108 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch oder nach anderen gesetzlichen Bestimmungen zugelassenen Krankenhäuser, die nach ihrer räumlichen und personellen Ausstattung in der Lage sind, Organentnahmen von möglichen Spendern nach Paragraph 3 oder Paragraph 4 nach Maßgabe des Paragraphen 11 Absatz 4 Satz 5 zu ermöglichen (Paragraph 9a Absatz 1 Transplantationsgesetz).

Evoziert

Ausgelöst

H

Hirndurchblutungsdruck (CPP)

Derjenige Druck, mit dem das Gehirngewebe durchblutet wird. Er wird berechnet und lässt sich näherungsweise wie folgt ermitteln: $CPP \cong MAP - ICP$. Der Normwert für den CPP bei Erwachsenen liegt zwischen 50 und 70 mmHg. Grundsätzlich ist eine Autoregulation zwischen 60 und 150 mmHg möglich. Im medizinischen Alltag wird die sich aus dem Englischen ableitende Abkürzung CPP für „cerebral perfusion pressure“ verwendet.

Hirnhäute

Bindegewebsschichten, die das gesamte Gehirn umgeben. Direkt unter dem Schädelknochen liegt die harte Hirnhaut. Auf die harte Hirnhaut folgt nach innen die Spinnwebhaut. Auf dem Gehirn liegt direkt die weiche innere Hirnhaut auf.

Hirnnerven

Man unterscheidet zwölf Hirnnervenpaare. Diese Hirnnerven entspringen direkt aus dem Gehirn, dem

Gehirnstamm oder dem verlängerten Rückenmark. Sie ziehen durch verschiedene Öffnungen des Schädelsknochens. Jeweils ein Hirnnerv eines Paares ist für die rechte bzw. linke Körperseite (Kopf- und Halsbereich) zuständig.

Hirnerfusions-Szintigraphie

Die Hirnerfusions-Szintigraphie ist ein nuklearmedizinisches Verfahren zur Darstellung der Gehirndurchblutung. Zur Darstellung der Gehirngefäße wird der zu untersuchenden Person eine schwach radioaktive Substanz in eine Vene gespritzt. Die radioaktive Substanz reichert sich in den durchbluteten Gehirnschnitten an und lässt sich über mehrere Stunden mit einer speziellen Kamera nachweisen. In der bildlichen Darstellung (Szintigramm) erscheint das angereicherte Gehirngewebe dunkel. Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen eingetreten, erscheint die Schädelhöhle aufgrund der fehlenden Durchblutung im Gehirn leer. Die äußere Kopfschlagader ist durch die krankhaften Vorgänge nicht beeinträchtigt und versorgt weiterhin die Kopfhaut. Daher wird diese als schwarze Hülle im Szintigramm sichtbar.

Hirnsichel

Dopplung der harten Hirnhaut zwischen den Großhirnhälften oberhalb des Balkens

Hirnstamm-Areflexie

Fehlen der Hirnstamm-Reflexe

Hirnstamm-Reflexe

Bei bewusstlosen Patienten können dann Reflexe am Kopf ausgelöst werden, wenn der Hirnstamm, die Hirnnerven und die entsprechenden Schaltstrukturen noch funktionsfähig sind. Ist der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen eingetreten, sind diese Reflexe nicht mehr auslösbar.

Hirntod

Siehe unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen



ICP

Siehe Schädelinnendruck

Infratentoriell

Lagebezeichnung, die die räumliche Position anatomischer Strukturen im Gehirn angibt. Der Begriff wird zur

Bezeichnung von Strukturen verwendet, die unterhalb des Kleinhirn-Zeltes liegen.

Intervention

Einsatz medikamentöser, apparativer bzw. chirurgischer Maßnahmen bei der Behandlung einer Erkrankung

Intrazerebral

Innerhalb des Gehirns

Intubation

Bei der Intubation wird ein Silikonrohr in die Luftröhre eingebracht. Damit wird ein sicherer Atemweg hergestellt und Patientinnen bzw. Patienten können so künstlich beatmet werden.

Invasiv

Diagnostische oder therapeutische Maßnahmen, bei denen in den Körper eingedrungen wird

Irreversibel

Nicht umkehrbar, unwiederbringlich



Katheter-Angiographie

Darstellung der Gehirngefäße mittels Kontrastmittel durch einen Katheter. Ein Katheter ist ein röhrenförmiges medizinisches Werkzeug, das zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken zum Beispiel in Blutgefäße eingeführt werden kann.

Kleinhirn-Zelt

Das Kleinhirn-Zelt (Tentorium cerebelli) verläuft horizontal zwischen Kleinhirn und Großhirn. Damit entsteht für das Kleinhirn ein vom Großhirn abgegrenzter Raum. Das Kleinhirn-Zelt trennt den supratentoriellen Raum des Großhirns vom infratentoriellen Raum, in dem sich das Kleinhirn und der Hirnstamm befinden.

Koma

Die Bezeichnungen „Koma“ und „Bewusstlosigkeit“ sind bedeutungsgleich. Im Gegensatz zum Schlaf ist man aus einer Bewusstlosigkeit nicht erweckbar. Man unterscheidet verschiedene Tiefgrade des Komats: Im oberflächlichen Koma können reflektorische Bewegungen und auch der Atemantrieb noch erhalten sein. In wechselnder Ausprägung erlöschen mit zunehmender Komatiefe die Hirnstamm-Reflexe. Im tiefsten Koma-Stadium sind alle Hirnstamm-Reflexe erloschen.

L

Liquor

Klares und farbloses Filtrationsprodukt des Blutes, das in den Hirnkammern gebildet wird. Es umgibt die Räume im und um das Gehirn und Rückenmark und schützt diese als eine Art Wasserkissen.

Liquor-Raum

Hohlraumssystem im und um das Gehirn und Rückenmark herum. Der Liquor zirkuliert in diesen miteinander verbundenen Hohlräumen.

M

Magnetresonanztomographie (MR-A)

Die Magnetresonanztomographie ist ein diagnostisches Verfahren zur Darstellung von Blutgefäßen. Hierdurch können beispielsweise krankhafte Gefäßausbuchtungen und Verengungen der Blutgefäße in allen Körperregionen erfasst werden. Im Gegensatz zu röntgentechnischen Verfahren arbeitet die MR-A nicht mit Strahlen, sondern mithilfe von Magnetfeldern und Radiowellen.

Mannitol

Substanz, die Wasser aus dem umliegenden Gewebe zieht und dadurch dessen Volumen verringert. Auf diese Weise können kurzfristig ein Anschwellen von Gehirngewebe und eine Senkung des Schädelinnendrucks erzielt werden.

MAP

Siehe mittlerer arterieller Blutdruck

Mittlerer arterieller Blutdruck (MAP)

Hierunter versteht man den durchschnittlichen, das heißt den unabhängig von den systolischen und diastolischen Schwankungen im Gefäßsystem herrschenden Mittelwert des Blutdrucks.

mmHg

Abkürzung für „Millimeter Quecksilbersäule“. Diese Maßeinheit wird in der Medizin zum Beispiel beim Blutdruckmessen verwendet. Früher wurde zur Druckmessung ein mit Quecksilber befülltes Glasrohr benutzt. Durch den jeweils herrschenden Druck wurde die Quecksilbersäule um eine bestimmte Anzahl von Millimetern verschoben, was auf einer Skala abgelesen werden konnte.

MR-A

Siehe Magnetresonanztomographie

N

Nervenwasser

Siehe Liquor

Neurovaskuläres Zentrum

Medizinisches Zentrum, das auf die Diagnose, Therapie und Nachbehandlung von Aderleiden, die das Nervensystem betreffen, spezialisiert ist. Kliniken für Neurochirurgie, Neuroradiologie, Neurologie, Gefäßerkrankungen, Gefäßchirurgie, Anästhesie und Intensivmedizin, Gerinnungsphysiologie und Laboratoriumsmedizin kooperieren hier räumlich und organisatorisch eng miteinander.

P

Patientenverfügung

In einer Patientenverfügung wird festgelegt, welche medizinischen Maßnahmen durchgeführt bzw. unterlassen werden sollen, wenn die unterzeichnende Person nicht mehr entscheidungsfähig ist.

Propofol

Narkosemittel

R

Reflex

Unwillkürliche (automatische) Reaktion auf einen Reiz. Muster und Ablauf eines Reflexes sind stets gleichartig. Eine Nervenbahn leitet den sensiblen Reiz zum Zentralnervensystem (inner- oder außerhalb des Schädels), dort erfolgt eine Umschaltung (entweder in Hirnstamm oder Rückenmark), von dort aus wird dann ein – in der Regel – motorischer Effektorreiz zu einem Muskel geleitet.

Richtlinien

Der Gesetzgeber hat die Bundesärztekammer in Paragraph 16 Absatz 1 Transplantationsgesetz beauftragt, den Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft bei Organen, insbesondere zur Feststellung des Todes, zur Aufnahme von Patienten in die Warteliste für ein Organ sowie die Regel zur

Organvermittlung in Richtlinien festzustellen. Die Richtlinien werden regelmäßig an den aktuellen Erkenntnisstand der medizinischen Wissenschaft angepasst. Werden die Richtlinien beachtet, wird die Einhaltung des Standes der medizinischen Erkenntnisse vermutet. Bei der Erarbeitung der Richtlinien ist die angemessene Beteiligung von Sachverständigen und Verkehrskreisen vorzusehen. Die Richtlinien und deren Änderungen sind dem Bundesministerium für Gesundheit zur Genehmigung vorzulegen. Die geltenden Richtlinien sind abrufbar unter <https://www.bundesaerztekammer.de/richtlinien/richtlinien/transplantationsmedizin/richtlinien-fuer-die-wartelistenfuehrung-und-die-organvermittlung/>.

S

Schädelinnendruck (ICP)

Druck, der innerhalb des Schädels im Gehirn und im Liquor-Raum vorhanden ist (intrakranieller Druck). Der normale Schädelinnendruck liegt in der Regel unter 15 mmHg. Im medizinischen Alltag wird die sich aus dem Englischen ableitende Abkürzung ICP für „intracranial pressure“ verwendet.

Selektive Angiographie

Bei einer Übersichtsangiographie (unselektive Angiographie) wird das Kontrastmittel in die Aorta oder in die Arteria carotis communis injiziert, sodass sich diese und die großen Gefäße sowie deren Abgänge darstellen lassen. Bei der selektiven Angiographie hingegen wird das Kontrastmittel in das darzustellende Gefäß verabreicht und dieses zusammen mit dem zugehörigen Organsystem dargestellt.

Spinnwebshaut

Mittlere Hirnhaut zwischen der harten und der weichen inneren Hirnhaut

Spontan-Atmung

Als Spontan-Atmung bezeichnet man die selbstständige, permanent ablaufende Atmung. Die Steuerung erfolgt durch unbewusste physiologische Prozesse.

Ständige Kommission Organtransplantation (StäKo)

Die Bundesärztekammer stellt gemäß Paragraph 16 Transplantationsgesetz (TPG) den Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft fest und legt gemäß Paragraph 16 Absatz 2 Satz 1 TPG das Verfahren für die Erarbeitung der Richtlinien und für die

Beschlussfassung fest. Hierzu hat sie ein Gremium, die Ständige Kommission Organtransplantation (StäKO), eingerichtet. Ihre Aufgaben sind unter anderem die Erarbeitung von Empfehlungen zu Organspende, -vermittlung und -verteilung sowie der Organtransplantation.

Subarachnoidalblutung

Blutung in den Liquor-Raum (Subarachnoidalraum), der zwischen Spinnwebshaut und weicher innerer Hirnhaut liegt

Supratentoriell

Lagebezeichnung, die die räumliche Position anatomischer Strukturen im Gehirn angibt. Der Begriff wird zur Bezeichnung von Strukturen verwendet, die oberhalb des Kleinhirn-Zeltes liegen.

T

Transkraniell

Durch den Schädel hindurch

Transkranielle Doppler-Sonographie

Die Doppler-Sonographie ermöglicht unter anderem die Bestimmung von Blutfluss-Geschwindigkeiten und Blutfluss-Richtungen. Bei der transkraniellen Doppler-Sonographie werden durch den Schädel hindurch Arterien des Gehirns angeschallt und bildlich dargestellt. So können die Struktur der Gefäßwände und die Fließeigenschaft des Blutes im Gehirn untersucht werden.

Transplantationsbeauftragte

Seit dem 1. August 2012 sind alle Kliniken, die nach Paragraph 9a Absatz 1 TPG Entnahmekrankenhäuser sind, verpflichtet, Transplantationsbeauftragte zu bestellen. Die Transplantationsbeauftragten sind dafür verantwortlich, dass Patientinnen und Patienten identifiziert werden, bei denen der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt werden kann. Sie sorgen dafür, dass bei diesen Patientinnen und Patienten dann auch die Prüfung auf den Ausfall durchgeführt wird. Wurde der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) festgestellt, erfolgt die ärztliche Beurteilung, ob die Person für eine Organspende geeignet ist. Ist sie dafür geeignet und liegt keine Ablehnung für eine Organspende vor, müssen Transplantationsbeauftragte die Person der Koordinierungsstelle melden.

Transplantationsbeauftragte stellen sicher, dass die Angehörigen von möglichen Spendern in angemessener Weise begleitet werden. Sie sorgen auch dafür, dass das ärztliche und pflegerische Personal im Entnahmekrankenhaus über die Bedeutung und den Prozess der Organspende regelmäßig informiert wird. Die Transplantationsbeauftragten sind nur im Bereich der Spende tätig. Mit der Vermittlung der Organe oder ihrer Übertragung sind sie nicht befasst.

Transplantationsgesetz (TPG)

Am 1. Dezember 1997 trat das Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz – TPG) in Kraft. Ziel des Gesetzes ist es, die Bereitschaft zur Organspende in Deutschland zu fördern. Es gilt für die Spende und die Entnahme von menschlichen Organen oder Geweben zum Zwecke der Übertragung sowie für die Übertragung der Organe und der Gewebe einschließlich der Vorbereitung dieser Maßnahmen. Es gilt ferner für das Verbot des Handels mit menschlichen Organen oder Geweben. Der vollständige Gesetzestext ist im Internet abrufbar unter: www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tpg/gesamt.pdf

U

Überwachungskommission

Gemäß Paragraph 11 Transplantationsgesetz (TPG) haben der Spitzenverband Bund der Krankenkassen, die Bundesärztekammer und die Deutsche Krankenhausgesellschaft eine Kommission eingesetzt, die überprüft, ob die Gewinnung von postmortalen Spenderorganen ordnungsgemäß abgelaufen ist. In diesem Zusammenhang überprüft die Kommission unter anderem, ob die Voraussetzungen für die Feststellung des unumkehrbaren Hirnfunktionsausfalls vorlagen und ob die Diagnostik verfahrens- und regelkonform anhand der Richtlinie der Bundesärztekammer zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms erfolgt ist. Die Kommission ist verpflichtet, Erkenntnisse über Verstöße gegen das TPG oder aufgrund des TPG erlassener Rechtsverordnungen an die zuständigen Behörden weiterzuleiten.

Unumkehrbarer Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)

Der unumkehrbare (irreversible) Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) ist definiert als endgültiger, nicht behebbarer, vollständiger, zweifelsfreier Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms.

V

Vierte Fortschreibung dieser Richtlinie

Richtlinie gemäß Paragraph 16 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach Paragraph 3 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach Paragraph 3 Absatz 2 Nummer 2 TPG. Mittlerweile ist die Fünfte Fortschreibung der Richtlinie in Kraft getreten. Die jeweils aktuelle Fortschreibung der Richtlinie ist auf der Internetseite der Bundesärztekammer (www.bundesaerztekammer.de) unter dem Menüpunkt „Richtlinien“ abrufbar.

W

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesärztekammer ist interdisziplinär aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern verschiedener Fachgebiete der Medizin zusammengesetzt. Seine Aufgabe ist die Beratung des Vorstands der Bundesärztekammer in medizinisch-wissenschaftlichen Fragen, die insbesondere die Anwendung von Gesetzen und die ärztliche Berufsausübung betreffen. Er erarbeitet nach entsprechender Beauftragung durch den Vorstand der Bundesärztekammer Stellungnahmen, Richtlinien bzw. Empfehlungen zu verschiedenen Themenkomplexen unter Berücksichtigung von ethischen Aspekten.

Z

Zentrales Nervensystem (ZNS)

Unter dieser Bezeichnung fasst man Großhirn, Kleinhirn, Hirnstamm und Rückenmark zusammen.

Quellen

Bundesärztekammer (Hrsg.) (2015).

Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG.

Bundesministerium der Justiz, (2023).

Patientenverfügung. Wie sichere ich meine Selbstbestimmung in gesundheitlichen Angelegenheiten? Berlin 2023. Zugriff am 28.05.2024. Verfügbar unter: https://www.bmj.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Broschueren/Patientenverfuegung.pdf?__blob=publicationFile&v=31.

Caille-Brillet, A.-L.; Schielke, Ch. & Stander, V. (2016).

Wissen, Einstellung und Verhalten der Allgemeinbevölkerung zur Organ- und Gewebespende. Ergebnisbericht. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. Zugriff am 21.08.2017. Verfügbar unter: www.bzga.de/forschung/studien-untersuchungen/studien/organ-und-gewebespende

Deutsche Stiftung Organtransplantation (2016).

Jahresbericht Organspende und Transplantation in Deutschland 2015. Frankfurt am Main 2016.

Transplantationsgesetz

Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz – TPG). Zugriff am 21.08.2017. Verfügbar unter: www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tpg/gesamt.pdf

Moskopp, D. (2015).

Hirntod. Konzept – Kommunikation – Verantwortung. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Moskopp, D. (2017).

Das Konzept des Hirntodes wurde in Europa zwischen 1952 und 1960 entwickelt. Eine Übersicht zur Historie. *Nervenheilkunde*, 36, 423–436.

Moskopp, D. (2017).

Brain death: past, present and future. *J Intensive & Crit Care*, Vol. 3, No. 3, 32.

Auszüge aus dem Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz – TPG)

Nachfolgend sind Auszüge aus dem TPG aufgeführt, auf die im Text Bezug genommen wird. Der vollständige Gesetzestext ist im Internet in der jeweils aktuellen Fassung abrufbar unter: www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tpg/gesamt.pdf

§ 3 Entnahme mit Einwilligung des Spenders

(1) Die Entnahme von Organen oder Geweben ist, soweit in § 4 oder § 4a nichts Abweichendes bestimmt ist, nur zulässig, wenn

1. der Organ- oder Gewebespende in die Entnahme eingewilligt hatte,
2. der Tod des Organ- oder Gewebespenders nach Regeln, die dem Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft entsprechen, festgestellt ist [...].

(2) Die Entnahme von Organen oder Geweben ist unzulässig, wenn

1. die Person, deren Tod festgestellt ist, der Organ- oder Gewebeentnahme widersprochen hatte,
2. nicht vor der Entnahme bei dem Organ- oder Gewebespende der endgültige, nicht behebbare Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach Verfahrensregeln, die dem Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft entsprechen, festgestellt ist.

(3) Der Arzt hat den nächsten Angehörigen des Organ- oder Gewebespenders über die beabsichtigte Organ- oder Gewebeentnahme zu unterrichten. Die entnehmende Person hat Ablauf und Umfang der Organ- oder Gewebeentnahme aufzuzeichnen. Der nächste Angehörige hat das Recht auf Einsichtnahme. Er kann eine Person seines Vertrauens hinzuziehen.

§ 4 Entnahme mit Zustimmung anderer Personen

(1) Liegt dem Arzt, der die Organ- oder Gewebeentnahme vornehmen oder unter dessen Verantwortung die Gewebeentnahme nach § 3 Abs. 1 Satz 2 vorgenommen werden soll, weder eine schriftliche Einwilligung noch ein schriftlicher Widerspruch des möglichen Organ- oder Gewebespenders vor, ist dessen nächster Angehöriger zu befragen, ob ihm von diesem eine Erklärung zur Organ- oder Gewebespende bekannt ist. Ist auch dem nächsten

Angehörigen eine solche Erklärung nicht bekannt, so ist die Entnahme unter den Voraussetzungen des § 3 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 und 3, Satz 2 und Abs. 2 Nr. 2 nur zulässig, wenn ein Arzt den nächsten Angehörigen über eine in Frage kommende Organ- oder Gewebeentnahme unterrichtet und dieser ihr zugestimmt hat. [...]

§ 5 Nachweisverfahren

(1) Die Feststellungen nach § 3 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 und Abs. 2 Nr. 2 sind jeweils durch zwei dafür qualifizierte Ärzte zu treffen, die den Organ- oder Gewebespende unabhängig voneinander untersucht haben. Abweichend von Satz 1 genügt zur Feststellung nach § 3 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 die Untersuchung und Feststellung durch einen Arzt, wenn der endgültige, nicht behebbare Stillstand von Herz und Kreislauf eingetreten ist und seitdem mehr als drei Stunden vergangen sind.

(2) Die an den Untersuchungen nach Absatz 1 beteiligten Ärzte dürfen weder an der Entnahme noch an der Übertragung der Organe oder Gewebe des Spenders beteiligt sein. Sie dürfen auch nicht Weisungen eines Arztes unterstehen, der an diesen Maßnahmen beteiligt ist. Die Feststellung der Untersuchungsergebnisse und ihr Zeitpunkt sind von den Ärzten unter Angabe der zugrunde liegenden Untersuchungsbefunde unverzüglich jeweils in einer Niederschrift aufzuzeichnen und zu unterschreiben. Dem nächsten Angehörigen sowie den Personen nach § 4 Abs. 2 Satz 5 und Abs. 3 ist Gelegenheit zur Einsichtnahme zu geben. Sie können eine Person ihres Vertrauens hinzuziehen.

(3) Die Feststellung nach § 4a Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 ist durch einen Arzt zu treffen, der weder an der Entnahme noch an der Übertragung der Organe oder Gewebe des Embryos oder Fötus beteiligt sein darf. Er darf auch nicht Weisungen eines Arztes unterstehen, der an diesen Maßnahmen beteiligt ist. Die Untersuchungsergebnisse und der Zeitpunkt ihrer Feststellung sind von den Ärzten unter Angabe der zugrunde liegenden Untersuchungsbefunde unverzüglich jeweils in einer gesonderten Niederschrift aufzuzeichnen und zu unterschreiben. Der Frau, die mit dem Embryo oder Fötus schwanger war, ist Gelegenheit zur Einsichtnahme zu geben. Sie kann eine Person ihres Vertrauens hinzuziehen.

§ 6 Achtung der Würde des Organ- und Gewebespenders

(1) Die Organ- oder Gewebeentnahme bei verstorbenen Personen und alle mit ihr zusammenhängenden Maßnahmen müssen unter Achtung der Würde des Organ- oder Gewebespenders in einer der ärztlichen Sorgfaltspflicht entsprechenden Weise durchgeführt werden.

(2) Der Leichnam des Organ- oder Gewebespenders muss in würdigem Zustand zur Bestattung übergeben werden. Zuvor ist dem nächsten Angehörigen Gelegenheit zu geben, den Leichnam zu sehen.

(3) Die Absätze 1 und 2 gelten entsprechend für tote Embryonen und Föten.

§ 9a Entnahmekrankenhäuser

(1) Entnahmekrankenhäuser sind die nach § 108 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch oder nach anderen gesetzlichen Bestimmungen zugelassenen Krankenhäuser, die nach ihrer räumlichen und personellen Ausstattung in der Lage sind, Organentnahmen von möglichen Spendern nach § 3 oder § 4 nach Maßgabe des § 11 Absatz 4 Satz 5 zu ermöglichen. Die zuständige Behörde benennt gegenüber der Koordinierungsstelle die Entnahmekrankenhäuser, die die Voraussetzungen nach Satz 1 erfüllen, und unterrichtet die Entnahmekrankenhäuser schriftlich über diese Benennung.

(2) Die Entnahmekrankenhäuser sind verpflichtet,

1. den endgültigen, nicht behebbaren Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms von Patienten, die nach ärztlicher Beurteilung als Organspender nach § 3 oder § 4 in Betracht kommen, nach § 5 festzustellen und der Koordinierungsstelle nach § 11 unverzüglich mitzuteilen; kommen diese Patienten zugleich als Gewebespender nach § 3 oder § 4 in Betracht, ist dies gleichzeitig mitzuteilen,
2. sicherzustellen, dass die Entnahme in einem Operationssaal durchgeführt wird, der dem Stand der medizinischen Wissenschaft und Technik entspricht, um die Qualität und Sicherheit der entnommenen Organe zu gewährleisten,
3. sicherzustellen, dass das von ihnen eingesetzte medizinische Personal für seine Aufgaben qualifiziert ist, und
4. die auf Grund des § 11 getroffenen Regelungen zur Organentnahme einzuhalten.

§ 15 Aufbewahrungs- und Lösungsfristen

(1) Die Aufzeichnungen über die Beteiligung nach § 4 Abs. 4, über die Aufklärung nach § 4a Abs. 2, zur Feststellung der Untersuchungsergebnisse nach § 5 Abs. 2 Satz 3 und Abs. 3 Satz 3, zur Aufklärung nach § 8 Abs. 2 Satz 4, auch in Verbindung mit § 8a Satz 1 Nr. 4, § 8b Abs. 1 und 2, § 8c Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe b und Abs. 2 und 3 und zur gutachtlichen Stellungnahme nach § 8 Abs. 3 Satz 2 sowie die Dokumentationen der Organentnahme, -vermittlung und -übertragung und die nach § 10a erhobenen Angaben zur Organ- und Spendercharakterisierung sind, [...], mindestens 30 Jahre aufzubewahren, um eine lückenlose Rückverfolgung der Organe zu ermöglichen.

(2) Die nach § 8d Absatz 2 zu dokumentierenden Angaben müssen mindestens 30 Jahre lang nach Ablauf des Verfalldatums des Gewebes und die nach § 13a zu dokumentierenden Daten mindestens 30 Jahre lang nach der Übertragung des Gewebes aufbewahrt werden und unverzüglich verfügbar sein.

(3) Nach Ablauf der Aufbewahrungsfrist nach den Absätzen 1 und 2 sind die Angaben zu löschen oder zu anonymisieren.

§ 16 Richtlinien zum Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft bei Organen

(1) Die Bundesärztekammer stellt den Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft in Richtlinien fest für

1. die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 einschließlich der dazu jeweils erforderlichen ärztlichen Qualifikation,
- 1a. die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 4a Abs. 1 Satz 1 Nr. 1,
2. die Regeln zur Aufnahme in die Warteliste nach § 10 Abs. 2 Nr. 2 einschließlich der Dokumentation der Gründe für die Aufnahme oder die Ablehnung der Aufnahme,
3. die ärztliche Beurteilung nach § 9a Absatz 2 Nummer 1,
4. die Anforderungen an die im Zusammenhang mit einer Organentnahme zum Schutz der Organempfänger erforderlichen Maßnahmen einschließlich ihrer Dokumentation ergänzend zu der Organ- und Spendercharakterisierung nach § 10a, insbesondere an

- a) die Untersuchung des Organspenders, der entnommenen Organe und der Organempfänger, um die gesundheitlichen Risiken für die Organempfänger, insbesondere das Risiko der Übertragung von Krankheiten, so gering wie möglich zu halten,
- b) die Konservierung, Aufbereitung, Aufbewahrung und Beförderung der Organe, um diese in einer zur Übertragung oder zur weiteren Aufbereitung und Aufbewahrung vor einer Übertragung geeigneten Beschaffenheit zu erhalten,
- c) die Erkennung und Behandlung von Vorfällen bei einer Lebendorganspende, die mit der Qualität und Sicherheit des gespendeten Organs zusammenhängen können, oder von schwerwiegenden unerwünschten Reaktionen beim lebenden Spender, die im Rahmen seiner Nachbetreuung festgestellt werden,

5. die Regeln zur Organvermittlung nach § 12 Abs. 3 Satz 1,

6. die Anforderungen an die im Zusammenhang mit einer Organentnahme und -übertragung erforderlichen Maßnahmen zur Qualitätssicherung und

7. die Anforderungen an die Aufzeichnung der Lebendorganspenden nach § 10 Absatz 2 Nummer 6.

Die Einhaltung des Standes der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft wird vermutet, wenn die Richtlinien der Bundesärztekammer beachtet worden sind.

(2) Die Bundesärztekammer legt das Verfahren für die Erarbeitung der Richtlinien nach Absatz 1 und für die Beschlussfassung fest. Die Richtlinien nach Absatz 1 sind zu begründen; dabei ist insbesondere die Feststellung des Standes der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft nachvollziehbar darzulegen. Bei der Erarbeitung der Richtlinien ist die angemessene Beteiligung von Sachverständigen der betroffenen Fach- und Verkehrskreise, einschließlich des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen, der Deutschen Krankenhausgesellschaft, der Deutschen Transplantationsgesellschaft, der Koordinierungsstelle nach § 11, der Vermittlungsstelle nach § 12 und der zuständigen Behörden der Länder vorzusehen. Darüber hinaus sollen bei der Erarbeitung der Richtlinien nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 1, 1a und 5 Ärzte, die weder an der Entnahme noch an der Übertragung von Organen beteiligt sind, noch Weisungen eines Arztes unterstehen, der an solchen Maßnahmen beteiligt ist, bei der Erarbeitung der Richtlinien nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 2 und 5 Personen mit der Befähigung zum Richteramt und Personen aus dem Kreis der Patienten, bei der Erarbeitung von Richtlinien nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 5 ferner Personen

aus dem Kreis der Angehörigen von Organspendern nach § 3 oder § 4 angemessen vertreten sein.

(3) Die Richtlinien nach Absatz 1 sowie deren Änderungen sind dem Bundesministerium für Gesundheit zur Genehmigung vorzulegen. Das Bundesministerium für Gesundheit kann von der Bundesärztekammer im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zusätzliche Informationen und ergänzende Stellungnahmen anfordern.



i Infotelefon Organspende

Das Infotelefon Organspende ist ein kostenfreies Angebot der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA). Unter der Rufnummer 0800/90 40 400 ist das Infotelefon montags bis freitags von 9.00 bis 18.00 Uhr erreichbar. Auch der Organspendeausweis und Infomaterial können über das Infotelefon kostenlos bestellt werden. Das Team nimmt außerdem schriftlich Bestellungen unter organspende@bzga.de entgegen.

Wenn Sie noch weitere Fragen haben und diese gerne in einem persönlichen Gespräch klären wollen, dann können Sie sich an das kostenlose Infotelefon Organspende wenden.

Platz für Ihre Fragen und Notizen



Aktuelles Medienangebot



Flyer mit integriertem Organspendeausweis

Der Flyer bietet erste Informationen zum Thema Organ- und Gewebespende sowie alles Wissenswerte rund um den Organspendeausweis. [Artikelnummer 60180000](#)



Organspendeausweis als Plastikkarte im Scheckkartenformat

Der Versand ist aus datenschutzrechtlichen und organisatorischen Gründen nur blanko möglich. [Artikelnummer 60285006](#)



Broschüre „Antworten auf wichtige Fragen“

Broschüre mit Kurzinformationen zu den wichtigsten Fragestellungen zur Organ- und Gewebespende. [Artikelnummer 60190100](#)



Broschüre „Wie erkläre ich meine Entscheidung zur Organ- und Gewebespende. Drei Wege: kurz und knapp.“

Diese Broschüre informiert über verschiedene Dokumentationsmöglichkeiten der Entscheidung. [Artikelnummer 60190500](#)



Broschüre „Der unumkehrbare Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)“

Diese Broschüre gibt allgemeine Informationen zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) und beantwortet die wichtigsten Fragen rund um dieses Thema. Die zur Verfügung gestellten Informationen sollen Kenntnisse über den Prozess der Diagnostik vermitteln und zu einer Auseinandersetzung mit der Thematik „Hirntod und Organ- und Gewebespende“ anregen. Neben einem kurzen Einblick in den Aufbau und die Funktion des Gehirns wird das Verfahren zur Feststellung des unumkehrbaren Ausfalls der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod) erläutert. Die Zusammenstellung wichtiger Fragen und Antworten zur Thematik schließt die Broschüre ab. [Artikelnummer 60130002](#)

Eine Übersicht weiterer Materialien finden Sie unter: <https://shop.bzga.de/alle-kategorien/organspende/>

Kostenlose Informationsmaterialien

Für Informationen rund um das Thema Organ- und Gewebespende steht Ihnen das umfangreiche Informationsangebot der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) zur Verfügung. Sie können sich im Internet unter www.organspende-info.de über das Thema informieren. Außerdem können Sie Broschüren und Materialien kostenfrei bei der BZgA anfordern.

Senden Sie Ihre Bestellung bitte an die
BZgA, 50819 Köln oder
per Fax: 0221/8992257

Außerdem können Sie im Internet unter shop.bzga.de/alle-kategorien/organspende/ oder
per E-Mail: bestellung@bzga.de bestellen.

Impressum

Herausgeberin

Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 50819 Köln
Kommissarischer Leiter: Dr. Johannes Nießen
Alle Rechte vorbehalten

Wissenschaftliche Beratung

Professor Dr. med. Dag Moskopp

Redaktion und Konzeption

Dr. rer. nat. Daniela Watzke, BZgA; Dr. rer. nat. Marianne Eisenhardt-Magin, BZgA
Professor Dr. med. Dag Moskopp

Gestaltung

neues handeln GmbH

Bildnachweis Fotos

©Hero Images/gettyimages.de, Titel
ad Photographie Astrid & Daniel Rosenberg GbR, S. 6
Birgitta Petershagen, S. 16–17, 21–28, 30, 34, 36, 39, 52, 59, 98, 101–102

Bildnachweis Abbildungen/Illustrationen

neues handeln GmbH, S. 38, 40, 41, 48–50, 53–54, 57–58, 69, 83, 97, 105–107
Professor Dr. med. Dag Moskopp, S. 8, 19, 29, 31, 33
Sonja Klebe, S. 18, 20, 43–46, 62–68, 70–71, 73, 75, 87–94
Christoph Witton, S. 140

Stand: 2024

Druck

Dieses Medium wurde klimaneutral gedruckt.
Kern GmbH, In der Kolling 120, 66450 Bexbach
Auflage: 5.8.09.24
Artikelnummer: 60130003

Die Broschüre „Was ist der Hirntod? Fallbeispiel – Informationen – Erklärungen zum unumkehrbaren Ausfall der gesamten Hirnfunktionen (Hirntod)“ ist kostenlos erhältlich bei der BZgA, Postfach, 50819 Köln. Sie ist nicht zum Weiterverkauf durch die Empfängerin, den Empfänger oder Dritte bestimmt.

Weitere Informationen zum Thema Organ- und Gewebespende finden Sie unter:
www.organspende-info.de

