

# Empfehlungen zur Feststellung des Todes infolge eines irreversiblen Hirnfunktionsausfalls (IHA) bei erhaltenem Kreislauf („Hirntoddiagnostik-Empfehlungen“)

entsprechend dem Beschluss des Obersten Sanitätsrats vom 02.07.2025

---





# Inhalt

Anleitungen und Checkliste .....	IV
Präambel.....	V
1    Rechtliche Rahmenbedingungen .....	1
2    Geltungsbereich der Empfehlungen .....	1
3    Durchführung der Todesfeststellung .....	2
3.1    Voraussetzungen.....	2
3.1.1    Vorgehen bei hoch dosierter Medikation zentral wirksamer Substanzen.....	2
3.1.2    Spiegelbestimmung bei hoch dosierter Medikation von Barbituraten.....	3
3.2    Überprüfung der klinischen Symptome des Hirnfunktionsausfalls.....	4
3.3    Ergänzende Untersuchungen.....	6
3.3.1    Elektroenzephalografie (EEG) .....	6
3.3.2    Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands .....	7
3.4    Nachweis der Irreversibilität .....	11
3.5    Besonderheiten der Todesfeststellung bei Kindern bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr .....	11
3.6    Voraussetzungen für die Todesfeststellung nach Temperaturmanagement mit therapeutischer Senkung der Körpertemperatur .....	12
3.7    Durchführung des Apnoetests unter extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO) .....	13
4    Grafische Darstellung des Untersuchungsablaufs .....	14
Anhang.....	15
Literaturverzeichnis .....	18

# Anleitungen und Checkliste

## Anleitungen:

Anleitung 1: Bestimmung des Barbituratspiegels .....	3
Anleitung 2: Überprüfung des Fehlens der Hirnstammreflexe und des Vorliegens einer schlaffen Tetraplegie.....	4
Anleitung 3: Durchführung des Apnoetests.....	5
Anleitung 4: Ableitetechnik des EEG .....	7
Anleitung 5: Neurosonografischer Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands.....	8
Anleitung 6: Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands mittels CTA .....	9

## Checkliste:

Checkliste 1: Beurteilung der intravasalen Kontrastzunahme.....	10
---	----

# Präambel

Die Empfehlungen zur Durchführung der Hirntoddiagnostik wurden zuletzt vom Obersten Sanitätsrat (OSR) am 16. November 2013 beschlossen. Der an der Gesundheit Österreich GmbH (GÖG) angesiedelte Transplantationsbeirat ist daher zur Ansicht gelangt, dass eine Überprüfung ihrer Aktualität durchgeführt werden sollte. Wie bereits bei der erstmaligen Erstellung im Jahr 1997 und bei den Revisionen 2005 und 2013 wurde die GÖG mit der Koordination des Prozesses beauftragt – mit dem Ziel, die überarbeiteten Empfehlungen neuerlich dem OSR zur Beschlussfassung vorzulegen. Etwaige inhaltliche Änderungen sollen mit den zuständigen Fachgesellschaften abgestimmt werden.

Die GÖG sammelte daher gemeinsam mit den regionalen Transplantationsreferenten Prim. Priv.-Doz. Dr. Stephan Eschertzhuber, OA Dr. Hubert Hetz, Prim. Assoc. Prof. Dr. Christoph Hörmann, ÄD Priv.-Doz. Dr. Karl-Heinz Stadlbauer und Prim. Priv.-Doz. Dr. Michael Zink, die ihrerseits Expertinnen und Experten aus den Bereichen Neurologie, Neuroradiologie, Neuropädiatrie sowie Anästhesiologie und Intensivmedizin zugezogen haben, Änderungswünsche und arbeitete sie in das bestehende Dokument ein. Unter anderem wurde die Terminologie – der internationalen Literatur entsprechend – durchgängig von „Hirntoddiagnostik“ auf „Feststellung des Todes infolge eines irreversiblen Hirnfunktionsausfalls (IHA) bei erhaltenem Kreislauf“ geändert. Um dem Charakter von Empfehlungen besser gerecht zu werden, wurde durchgängig auf „soll“-Formulierungen Wert gelegt, mit der Empfehlung, Abweichungen vom empfohlenen Prozedere zu dokumentieren.

Eine weitere wesentliche Änderung betrifft die Ergänzung um drei neue Kapitel, die auf die Todesfeststellung bei speziellen Konstellationen eingehen:

- Besonderheiten der Todesfeststellung bei Kindern bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr (Kapitel 3.5)
- Voraussetzungen für die Todesfeststellung nach Temperaturmanagement mit therapeutischer Senkung der Körpertemperatur (Kapitel 3.6)
- Durchführung des Apnoetests unter extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO; Kapitel 3.7)

Das Dokument wurde anschließend von den folgenden Fachgesellschaften überprüft:

- Österreichische Gesellschaft für Neurologie
- Österreichische Gesellschaft für Laboratoriumsmedizin und Klinische Chemie
- Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin
- Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde
- Österreichische Gesellschaft für Neuroradiologie

Wir danken allen Expertinnen und Experten für ihr Engagement und die gute Kooperation!



# 1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Organspende ist seit dem 14. Dezember 2012 im Bundesgesetz über die Transplantation von menschlichen Organen (Organtransplantationsgesetz – OTPG) geregelt (BGBl. I Nr. 108/2012). Eine Entnahme von Organen darf laut § 5 (2) OTPG erst durchgeführt werden, wenn eine zur selbstständigen Berufsausübung berechnigte Ärztin bzw. ein dazu berechnigter Arzt den eingetretenen Tod festgestellt hat. Diese Ärztin bzw. dieser Arzt darf weder die Entnahme noch die Transplantation durchführen. Sie bzw. er darf an diesen Eingriffen auch sonst nicht beteiligt oder durch sie betroffen sein.

Inhaltlich wurden die diesbezüglichen Bestimmungen aus dem Kranken- und Kuranstaltengesetz in der Fassung von 1982 weitergeführt (BGBl. Nr. 273/1982). Die Rechtsgrundlagen von Organtransplantationen wurden z. B. von Holczabek und Kopetzki (1986) oder Kopetzki (1988) zusammengefasst. Demnach hat die Todesfeststellung nach den anerkannten Methoden der medizinischen Wissenschaft entsprechend dem jeweiligen Stand der medizinisch-wissenschaftlichen Erkenntnisse zu erfolgen. Sofern die Anwendung unterschiedlicher Methoden die Beziehung mehrerer entsprechend qualifizierter Ärztinnen/Ärzte erfordert, muss dies entsprechend gehandhabt werden. Die befassten Ärztinnen/Ärzte sollten Fachärztinnen/-ärzte sein, die über entsprechende Erfahrungen in der klinischen Beurteilung von Patientinnen/Patienten mit schwerer Hirnschädigung verfügen (z. B. Fachärztinnen/-ärzte für Neurochirurgie, Neurologie, Anästhesiologie und Intensivmedizin oder Innere Medizin und Intensivmedizin nach der Ärztinnen-/Ärzte-Ausbildungsordnung 2015 [ÄAO 2015], Fachärztinnen/-ärzte für Neurochirurgie, Neurologie oder Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie Fachärztinnen/-ärzte mit Additivfachausbildung Intensivmedizin nach der Ärztinnen-Ärzte-Ausbildungsordnung 2006 [ÄAO 2006], Fachärztinnen/-ärzte für Neurochirurgie, Neurologie oder Anästhesiologie und Intensivmedizin nach der Ärzte-Ausbildungsordnung oder Fachärztinnen/-ärzte mit einer Spezialisierung in Neurologischer Intensivmedizin, Klinischer Akut- und Notfallmedizin oder Neuropädiatrie nach der Verordnung der Österreichischen Ärztekammer über Spezialisierungen [SpezV]).

Die gesetzliche Forderung, dass die den Tod feststellenden Ärztinnen bzw. Ärzte nicht auch die Entnahme oder Transplantation durchführen und an diesen Eingriffen auch sonst nicht beteiligt oder durch sie betroffen sein dürfen, dient dazu, Interessenkonflikte zu vermeiden. Zu denken wäre dabei beispielsweise an eine persönliche Beziehung der Ärztin bzw. des Arztes zur Spenderin bzw. zum Spender.

## 2 Geltungsbereich der Empfehlungen

Die Todesfeststellung vor postmortalen Organspenden erfolgt entweder bei erhaltenem Kreislauf („donation after brain death“, DBD) oder bei anhaltendem Kreislaufstillstand („donation after circulatory determination of death“, DCD). In beiden Fällen wird der Zustand der irreversibel erloschenen Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstammes überprüft. Dieser ist identisch mit dem Individualtod des Menschen. Die nachfolgenden Empfehlungen beziehen sich ausschließlich auf die Vorgehensweise bei erhaltenem Kreislauf (DBD). Für das Vorgehen bei anhaltendem Kreislaufstillstand liegen eigene Empfehlungen vor.

## 3 Durchführung der Todesfeststellung

Die Todesfeststellung soll erst nach Prüfung spezifischer Voraussetzungen durchgeführt werden (siehe Abschnitt 3.1). Die Untersuchung selbst setzt sich aus einer klinisch-neurologischen Untersuchung (siehe Abschnitt 3.2), einer ergänzenden Untersuchung (siehe Abschnitt 3.3) und dem Nachweis der Irreversibilität der klinischen Ausfallsymptome mittels einer zweiten klinisch-neurologischen Untersuchung (siehe Abschnitt 3.4) zusammen. In den Abschnitten 3.5, 3.6 und 3.7 werden spezielle Konstellationen in Hinblick auf die Todesfeststellung beschrieben. Sie beziehen sich auf die Todesfeststellung bei Kindern bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr (siehe Abschnitt 3.5), die Voraussetzungen für die Todesfeststellung nach Temperaturmanagement mit therapeutischer Senkung der Körpertemperatur (siehe Abschnitt 3.6) und die Durchführung des Apnoetests unter extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO; siehe Abschnitt 3.7). Sämtliche klinische und ergänzende Untersuchungen sollen dokumentiert werden. Sofern aufgrund spezifischer Umstände vom nachfolgend beschriebenen Ablauf abgewichen wird, soll dies im Protokoll zur Dokumentation des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls bei erhaltenem Kreislauf (siehe Anhang) begründet werden.

### 3.1 Voraussetzungen

Die Todesfeststellung soll ausschließlich bei Vorliegen einer akuten primären oder sekundären Hirnschädigung durchgeführt werden.

Ausgeschlossen werden sollen vor Beginn der Untersuchungen auf Basis einer genauen Erhebung der Vorgeschichte und der Befunde Intoxikationen mit direkt oder indirekt das zentrale und/oder das periphere Nervensystem beeinflussenden Substanzen, neuromuskuläre Blockade, Hypothermie (aktuelle Körpertemperatur  $< 35\text{ °C}$ ), Hypotension (MAP  $< 60\text{ mmHg}$ ) sowie endokrines/metabolisches Koma (z. B. Hypokaliämie  $\leq 2,5\text{ mmol/l}$ ).

Das Vorliegen einer hoch dosierten Medikation zentral wirksamer Substanzen stellt keinen generellen Ausschlussgrund dar; hier ist aber eine spezifische Vorgehensweise einzuhalten (siehe Abschnitt 3.1.1).

#### 3.1.1 Vorgehen bei hoch dosierter Medikation zentral wirksamer Substanzen

Unter einer hoch dosierten Medikation zentral wirksamer Substanzen werden im Folgenden mehr als zwei lege artis dosierte Bolusgaben oder die kontinuierliche Verabreichung von Barbituraten, Benzodiazepinen, Opioiden und/oder Propofol im Rahmen der intensivmedizinischen Behandlung verstanden. Bei Vorliegen einer hoch dosierten Medikation zentral wirksamer Medikamente ist wie folgt vorzugehen:

Wenn nach klinischen Erwägungen eine weitere Behandlung mit zentral wirksamen Substanzen nicht mehr sinnvoll erscheint und von der behandelnden Ärztin bzw. dem behandelnden Arzt die Verdachtsdiagnose des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls gestellt wird, soll nach dem Stopp der Medikamentengabe bei Erwachsenen und Kindern ab dem vollendeten zweiten Lebensjahr eine zwölfstündige Wartezeit eingehalten werden (bei jüngeren Kindern sowie bei Patientinnen und Patienten nach Temperaturmanagement mit therapeutischer Senkung der Körpertemperatur wird

eine längere Wartezeit empfohlen, siehe die Abschnitte 3.5 bzw. 3.6). Nach Ablauf dieser Wartezeit ist davon auszugehen, dass diese Substanzen keine beeinflussende Wirkung auf die klinische Untersuchung oder das EEG mehr haben können. Dies gilt aufgrund der langen Wirkung von Benzodiazepinen und Barbituraten jedoch nicht für diese beiden Medikamentengruppen.

**Bei hoch dosierter Medikation von Benzodiazepinen** (mehr als zwei lege artis dosierte Bolusgaben oder kontinuierliche Verabreichung) ist eine Antagonisierung durchzuführen (z. B. 2 mg Flumazenil i. v. bei Erwachsenen). Unmittelbar danach kann die Todesfeststellung gemäß diesen Empfehlungen (1. klinisch-neurologische Untersuchung – ergänzende Untersuchung – 2. klinisch-neurologische Untersuchung) durchgeführt werden. Eine Spiegelbestimmung ist nicht erforderlich.

**Bei hoch dosierter Medikation von Barbituraten** (mehr als zwei lege artis dosierte Bolusgaben oder kontinuierliche Verabreichung) ist eine Spiegelbestimmung erforderlich. Sofern der untere Wert der jeweiligen therapeutischen Plasmakonzentration<sup>1</sup> (unabhängig von der Methode) bzw. bei Thiopental ein Wert von 6 µg/ml<sup>2</sup> überschritten wird, soll entweder mit der Todesfeststellung zugewartet und eine neuerliche Spiegelbestimmung durchgeführt werden oder zusätzlich zur Todesfeststellung gemäß diesen Empfehlungen (s. o.) der Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands (siehe Abschnitt 3.3.2) erbracht werden.

Sofern der Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands aufgrund des besonderen Verletzungsmusters der Patientin bzw. des Patienten nicht möglich ist, soll mit der Todesfeststellung zugewartet werden, bis der Spiegel unter den definierten Cut-off-Wert sinkt. Sofern dies nicht der Fall ist, kann die Todesfeststellung nach der in diesem Dokument beschriebenen Methode nicht durchgeführt werden.

Sofern die Durchführung einer EEG-Untersuchung aufgrund des besonderen Verletzungsmusters der Patientin bzw. des Patienten nicht möglich ist, dient der Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands als ergänzende Untersuchung.

Die Methoden der Spiegelbestimmung sollen entsprechend den Richtlinien der Österreichischen Gesellschaft für Labormedizin und Klinische Chemie validiert sein.

### 3.1.2 Spiegelbestimmung bei hoch dosierter Medikation von Barbituraten

Zur Objektivierung einer etwaigen Beeinflussung des EEG und der klinisch-neurologischen Beurteilung durch eine hoch dosierte Medikation von Barbituraten (Definition siehe Abschnitt 3.1.1) ist eine Spiegelbestimmung nach den folgenden Kriterien durchzuführen:

#### Anleitung 1: Bestimmung des Barbituratspiegels

---

1. Die Bestimmung erfolgt aus dem **Blut** der Patientin bzw. des Patienten (nicht aus dem Harn!). Methodenabhängig sollen Bestimmungen aus dem Serum, Plasma oder Vollblut durchgeführt werden.

---

<sup>1</sup> Schulz, M; Schmoldt, A (2003): Therapeutic and toxic blood concentrations of more than 800 drugs and other xenobiotics. In: Die Pharmazie – An International Journal of Pharmaceutical Sciences 58/7, 447–474

<sup>2</sup> Wijdicks, EF (2001): Brain death. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins, 121

2. Die eingesetzten Analysemethoden sollen den In-vitro-Diagnostika-Vorgaben der IVDR (In-vitro-Diagnostika (EU) 2017/746 2017) genügen. Die eingesetzten chromatografischen Methoden (**LC/MS, GC/MS, HPLC**) sollen neben der verabreichten Substanz auch die pharmakologisch relevanten Metaboliten (z. B. Pentobarbital) erfassen.
3. Die Beurteilung des Ergebnisses **soll in Zusammenhang mit den klinischen Informationen** durchgeführt werden. Dem Labor sollen die verabreichten Substanzen (Name, Dosis, Dosischema, Zeitpunkt der letzten Gabe) mitgeteilt werden.
4. Die eingesetzte Methode, der Kontext der Messung („Medikamentenspiegelbestimmung im Rahmen einer Todesfeststellung“) und der Cut-off-Wert sollen im Laborbefund klar ausgewiesen sein.

## 3.2 Überprüfung der klinischen Symptome des Hirnfunktionsausfalls

Zu Beginn der Untersuchung ist zu überprüfen, ob ein Koma mit einem Glasgow Coma Scale Score (GCS) von 3 vorliegt. Anschließend werden das Fehlen der Hirnstammreflexe und das Vorliegen einer schlaffen Tetraplegie überprüft.

Anleitung 2: Überprüfung des Fehlens der Hirnstammreflexe und des Vorliegens einer schlaffen Tetraplegie

---

1. keine Pupillenreaktion auf Licht bei mittel- bis maximalweiten Pupillen. Die topische Applikation von Medikamenten (z. B. Mydriatica) sowie vorausgehende bilaterale anatomische Abnormalitäten der Iris bzw. Operationen an den vorderen Augenabschnitten müssen beachtet werden.
2. keine spontanen oder durch Passivbewegung des Kopfes oder durch kalorische Stimulation bedingten Augenbewegungen. Es ist ausreichend, entweder den okulozephalen Reflex oder den vestibulookulären Reflex zu testen.
  - a) Der okulozephale Reflex (OCR) ist nur testbar, wenn keine Halswirbelsäulenverletzung vorliegt.
  - b) Beim vestibulookulären Reflex (VOR) wird getestet, ob es zu einer Abweichung der Bulbi auf Kaltwasserreizung am Trommelfell kommt. (Durchführung: Eine Beobachtungszeit nach Applikation des Eiswassers von einer Minute ist notwendig, die Zeit zwischen den kontralateralen Untersuchungen rechts/links sollte mindestens fünf Minuten betragen). CAVE: otobasale Fraktur mit offenem Trommelfell oder Hämatotympanon
3. Fehlen des Kornealreflexes
4. Fehlen des Pharyngealreflexes (Würgreflex) bei Berühren der Rachenhinterwand mit einem Spatel
5. Fehlen des Hustenreflexes beim endotrachealen Absaugen
6. kein Grimassieren (bzw. systolischer Blutdruckanstieg > 40 mmHg) auf Druckprovokation an den Bulbi oder Austrittsstellen des Nervus trigeminus bzw. bei Schmerzprovokation am Nasenseptum
7. schlaffe Tetraplegie
8. Atropintest zur Überprüfung des fehlenden Anstiegs der Herzfrequenz (Applikation von 2 mg Atropin intravenös (CAVE: Nachspülen bei Applikation über einen zentralen Venenkatheter))

theter [ZVK] essenziell): Steigerung der Herzfrequenz um maximal 15 Prozent der Ausgangsfrequenz, wobei entsprechend der jeweiligen Kreislagsituation eine Beobachtungszeit von mindestens zwei bis drei Minuten notwendig ist. Der Atropintest ist nur bei Patientinnen und Patienten mit Sinusrhythmus ohne h6hergradige 6berleitungs- bzw. Rhythmusst6rungen durchf6hrbar. Der Atropintest wird einmalig durchgef6hrt; bei Vorliegen eines positiven Befunds im Sinne des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls ist eine Wiederholung nicht erforderlich.

#### 9. Apnoe (6berpr6fung siehe Anleitung 3)

Wenn Teile der klinisch-neurologischen Untersuchung durch besondere Umst6nde oder das Verletzungsmuster der Patientin bzw. des Patienten (z. B. Gesichtssch6delzertr6mmerung) nicht durchgef6hrt werden k6nnen, kann der irreversible Hirnfunktionsausfall dennoch festgestellt werden, wenn zus6tzlich zu den klinisch-neurologischen Untersuchungen (soweit durchf6hrbar) zwei erg6nzende Untersuchungen das Vorliegen des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls best6tigen.

#### Apnoe (Atemstillstand)

Der Apnoetest wird als letzte klinisch-neurologische Untersuchung und erst bei nachgewiesener sonstiger Hirnstammreflexie und schlaffer Tetraplegie durchgef6hrt. Der Apnoetest wird entweder nach der ersten oder nach der zweiten klinisch-neurologischen Untersuchungsreihe durchgef6hrt; bei Vorliegen eines positiven Befunds (Apnoe) im Sinne des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls ist eine Wiederholung nicht erforderlich.

Der Apnoetest ist dann als positiv (im Sinne des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls) zu bewerten, wenn bei einem Anstieg des  $\text{paCO}_2$ -Wertes um mehr als 20 mmHg, bezogen auf den Ausgangswert, und einem  $\text{paCO}_2$ -Mindestwert von 60 mmHg keine Spontanatmung festgestellt werden kann.

Die technische Durchf6hrung des Apnoetests erfordert die M6glichkeit einer raschen arteriellen Blutgasanalyse.

#### Anleitung 3: Durchf6hrung des Apnoetests

---

1. Blutgasanalyse zur Evaluierung der  $\text{paCO}_2$ - und  $\text{paO}_2$ -Ausgangssituation
2. Hyperoxygenierung ( $\text{FiO}_2$ : 100 %) und, wenn notwendig, Hypoventilation (ev. Reduktion des Atem-Minuten-Volumens um 30 %) f6r 15–20 Minuten
3. Diskonnektion von der Beatmungsmaschine und Applikation einer Sauerstoffsonde in die Trachea mit einem  $\text{O}_2$ -Flow von 3–7 Liter/Minute (die Aufrechterhaltung eines positiven Atemwegsdrucks ist erlaubt)
4. nach 5–10 Minuten arterielle Blutgasanalyse
5. Bei einem Anstieg des Ausgangs- $\text{paCO}_2$ -Wertes um mehr als 20 mmHg, mindestens jedoch einem  $\text{paCO}_2$ -Wert von 60 mmHg und dem Fehlen von Spontanatmung ist das Ergebnis des Apnoetests mit der Diagnose des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls kompatibel.
6. Wenn nach 10 Minuten Diskonnektion und  $\text{O}_2$ -Insufflation der  $\text{paCO}_2$ -Zielwert unter Punkt 5 nicht erreicht ist: Fortsetzung der Diskonnektion und  $\text{O}_2$ -Insufflation f6r weitere 5–10 Minuten
7. Wiederholung der arteriellen Blutgasanalyse und Fortsetzung wie in Punkt 5

8. Während der Diskonnektion ist eine kontinuierliche Pulsoximetrie durchzuführen, bei Absinken der O<sub>2</sub>-Sättigung auf < 85 % für mindestens 30 s sind eine sofortige arterielle Blutgasanalyse und der Abbruch des Apnoetests notwendig. Wiederholung des Tests frühestens nach 10 Minuten
9. Bei Vorliegen einer schweren Oxygenierungsstörung kann alternativ zur Diskonnektion der Apnoetest folgendermaßen abgewandelt werden: Im ersten Schritt wird mittels Hypoventilation ein Anstieg des Ausgangs-paCO<sub>2</sub>-Wertes um mehr als 20 mmHg, mindestens jedoch auf einen paCO<sub>2</sub>-Wert von 60 mmHg angestrebt. Im zweiten Schritt wird nach Umstellung des Respirators auf einen Spontanatmungsmodus mit kontinuierlichem positivem Atemwegsdruck (CPAP ohne inspiratorische Druckunterstützung oder automatische Tubuskompensation) das Fehlen der Spontanatmung für drei bis fünf Minuten überprüft. Im CPAP-Modus ist darauf zu achten, dass keine Autotriggerung des Respirators eine erhaltene Spontanatemaktivität der Patientin bzw. des Patienten vortäuscht. Autotriggerung ist durch eine komplett regelmäßige, starre Atemfrequenz gekennzeichnet. Ursache kann entweder eine Leckage im Beatmungsschlauchsystem oder eine Triggerung durch kardiale Oszillationen im Bereich der Trachea sein. Differenzialdiagnostisch ist in einem solchen Fall die klinische Beurteilung der Thoraxwandbewegung durchzuführen. Hierbei ist zwischen aktivem Anheben bei erhaltener Spontanatmung und passiver Thoraxexkursion, verursacht durch eine Autotriggerung des Respirators, zu unterscheiden. Die Beseitigung potenzieller Leckagen (z. B. Tubuscuff, Atemschläuche) sowie das Anheben der Triggerschwelle am Respiator sollten Abhilfe schaffen.

### 3.3 Ergänzende Untersuchungen

Das EEG hat als ergänzende Untersuchung eine in allen Belangen vorrangige Stellung, da es die kortikale Aktivität am besten wiedergibt, nicht invasiv ist und auch direkt am Bett der Patientin bzw. des Patienten durchführbar ist. Sofern die Durchführung eines EEG aufgrund des besonderen Verletzungsmusters der Patientin bzw. des Patienten nicht möglich ist, soll stattdessen eine transkranielle Dopplersonografie (TCD) / farbcodierte Duplexsonografie (FDS) oder eine Computertomografie-Angiografie (CTA) zum Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands durchgeführt werden.

Falls keine dieser Untersuchungen aufgrund des Zustands der Patientin bzw. des Patienten durchführbar ist, soll vor der zweiten klinisch-neurologischen Untersuchung eine Beobachtungszeit eingehalten werden. Die Beschränkung auf zwei klinisch-neurologische Untersuchungen soll nur dann erfolgen, wenn eine primäre supratentorielle Läsion vorliegt und keine Beeinträchtigung durch zentral wirksame Substanzen gegeben ist. Bei infratentoriellen Läsionen soll in jedem Fall eine ergänzende Untersuchung durchgeführt werden. Die Beobachtungszeit zwischen erster und zweiter klinischer Untersuchung soll bei Erwachsenen und Kindern ab dem vollendeten zweiten Lebensjahr mindestens zwölf Stunden betragen. Bei Kleinkindern zwischen dem ersten und zweiten Lebensjahr wird eine Beobachtungszeit von mindestens 24 Stunden empfohlen. Bei Kindern unter dem vollendeten ersten Lebensjahr wird die Beschränkung auf zwei klinisch-neurologische Untersuchungen nicht empfohlen.

#### 3.3.1 Elektroenzephalografie (EEG)

Nach Durchführung der klinisch-neurologischen Untersuchung soll eine mindestens 30-minütige Ableitung durchgeführt werden. Dabei soll das EEG bei einer Verstärkung von 2 µV/mm eine

hirnelektrische Stille (isoelektrisches EEG, Null-Linien-EEG) aufweisen und lediglich eindeutig identifizierte Artefakte enthalten.

#### Anleitung 4: Ableitetechnik des EEG

---

1. Die Ableitung soll sich auf eine mindestens 30-minütige einwandfrei auswertbare artefaktarme EEG-Registrierung stützen.
2. Es sollen alle Elektroden des 10-20-Systems verwendet werden; die Ableitprogramme sollen auch Abgriffe mit doppelten Elektrodenabständen beinhalten (z. B: Fp1-C3, F3-P3).
3. Die Registrierung soll mit Standardfiltereinstellungen erfolgen: Zeitkonstante 0,3 s (untere Grenzfrequenz 0,53 Hz), obere Grenzfrequenz 70 Hz, Verstärkung 2  $\mu\text{V}/\text{mm}$ , Elektrodenübergangswiderstände sollten zwischen 1 und 10 k $\Omega$  und möglichst gleich niedrig liegen. (Die gerätespezifischen Grundeinstellungen und Eingangswiderstände der EEG-Aufnahmestation sollen bei der Wartung in der Standardeinstellung verbleiben und von der Wartungsfirma nicht verändert werden.)
4. Die Anzahl der EEG-Kanäle soll bei der Ableitung 8 nicht unterschreiten. Zusätzlich ist kontinuierlich und parallel ein EKG aufzuzeichnen (Co-Registrierung von EKG).
5. Die EEG-Befundung soll durch eine in klinischer Elektroenzephalografie erfahrene Fachärztin bzw. einen darin erfahrenen Facharzt für Neurologie erfolgen.

### 3.3.2 Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands

#### 3.3.2.1 Neurosonografische Methoden

Der irreversible Hirnfunktionsausfall ist eine Folge eines zerebralen Kreislaufstillstands. Bei Vorliegen eines zerebralen Kreislaufstillstands finden sich dopplersonografisch in den Hirnbasisarterien bzw. in der extrakraniellen A. carotis interna und A. vertebralis vier typische Befunde:

- „Pendelströmung“ während der Systole zur Peripherie, während der Diastole herzwärts gerichteter Anteil („biphasische Strömung“; „oszillierende Strömung“) (TCD)
- kleine systolische Spitzen mit maximalen Amplituden bis 50 cm/s (= 1 bis 1,5 kHz bei 2 MHz Sendefrequenz) ohne Vorliegen eines diastolischen Strömungssignals; zwischen Pendelströmung und kleinen systolischen Spitzen bestehen häufig fließende Übergänge (TCD)
- kein verwertbares Dopplerströmungssignal (TCD): In diesem Fall ist per se nicht zu unterscheiden, ob tatsächlich kein zerebraler Blutfluss mehr vorliegt oder ob lediglich ein nicht ausreichendes temporales Schallfenster für das Fehlen eines Strömungssignals verantwortlich ist; ein Fehlen der Strömungssignale bei transkranieller Beschallung der Hirnbasisarterien kann nur dann als sicheres Zeichen eines zerebralen Kreislaufstillstands gewertet werden, wenn ein Signalverlust bei zuvor eindeutig ableitbaren intrakraniellen Strömungssignalen dokumentiert wird oder an den extrakraniellen hirnversorgenden Arterien mittels Duplexsonografie ein zerebraler Kreislaufstillstand nachgewiesen wurde.
- fehlender Nachweis einer Perfusion (FDS)

### **Neurosonografische Untersuchungstechnik:**

Bei transtemporaler Untersuchung empfiehlt es sich, in einer Tiefe von 60–65 mm zu beginnen. Bei hohen Hirndruckwerten zeigt die distale A. cerebri media keine Strömung mehr, sodass möglichst nahe am knöchernen Carotissiphon untersucht werden sollte. In jedem Fall soll das vertebrobasiläre Gefäßsystem transnuchal abgeleitet werden, da bei primär supratentoriellen Schädigungen die Beurteilung des hinteren Hirnkreislaufs Aussagen über den Ausfall der gesamten zerebralen Perfusion ermöglicht. In einer Tiefe von 65–70 mm ist die A. vertebralis ableitbar und bis zur A. basilaris zu verfolgen. Von jedem dargestellten Gefäß soll ein Ausdruck dokumentiert werden.

**Der Nachweis eines zerebralen Kreislaufstillstands** kann dann als erbracht angesehen werden, wenn einer der folgenden Befunde dokumentiert wurde:

- biphasische Strömung der vorderen und hinteren intrakraniellen Hirnarterien
- kleine frühsystolische Spitzen der vorderen und hinteren intrakraniellen Hirnarterien
- mittels farbcodierter Duplexsonografie können über der extrakraniellen A. carotis interna und der extrakraniellen A. vertebralis ein Pendelfluss oder kleine frühsystolische Spitzen oder keine Strömungssignale nachgewiesen werden.

### **Voraussetzungen für den Einsatz der neurosonografischen Methoden in der Todesfeststellung zum Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands**

- personelle Voraussetzungen:  
eine sowohl in der transkraniellen dopplersonografischen als auch duplexsonografischen Untersuchung erfahrene Ärztin bzw. ein darin erfahrener Arzt
- klinische Voraussetzungen:  
stabile Kreislaufverhältnisse (MAP mindestens 60 mmHg),  
Herzfrequenz < 120/min
- gerätetechnische Einstellungen:  
Zeitachse maximal gedehnt (sweep)  
Sendeleistung maximal erhöht (power)  
Verstärkung erhöht (gain)  
Wandfilter < 50 Hz  
Untersuchungstiefe 60–65 mm bzw. 65–80 mm  
Die Untersuchungen sollen mit einem transkraniellen Schallkopf durchgeführt werden.
- Untersuchungsablauf:  
Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands, wenn bei zweimaliger Untersuchung in einem Zeitraum von wenigstens 30 Minuten Pendelfluss oder kleine systolische Spitzen in folgenden Gefäßen nachgewiesen werden:  
vordere Hirnarterien: A. cerebri media bds., intrakranielle A. carotis interna,  
Untersuchungstiefe 60–65 mm oder extrakranielle A. carotis interna bds.  
hintere Hirnarterien: A. basilaris, intrakranielle A. vertebralis, Untersuchungstiefe 65–80 mm oder extrakranielle A. vertebralis bds.

### 3.3.2.2 Computertomografie-Angiografie (CTA)

Mit Einführung der Spiral-CT-Technik wurde die hochauflösende CT-Angiografie (CTA) möglich. Mit weiterer Verbesserung der Gerätetechnik – insbesondere seit Einführung der Mehrschicht-Spiral-CTs (MSCT) – kann die CTA in sehr guter örtlicher Auflösung auch über eine längere Distanz durchgeführt werden. Das bildgebende Prinzip entspricht demjenigen der konventionellen intraarteriellen digitalen Subtraktionsangiografie (DSA), wobei das intravasale jodhaltige Kontrastmittel zu einer verstärkten Röntgenabsorption führt und dadurch dargestellt wird.

Der Unterschied der CTA zur DSA besteht darin, dass das Kontrastmittel durch intravenöse Bolusinjektion verabreicht wird und über die Herz-Lungen-Passage verdünnt in die hirnersorgenden Arterien gelangt. Die überlagerungsfreie CT-Technik kann im Gegensatz zur konventionellen Projektionstechnik diese im Vergleich zur intraarteriellen Injektion (DSA) geringeren Kontraste ausgezeichnet auflösen.

Selektivität sowie eine zeitliche Auflösung, wie sie bei der DSA gegeben ist, sind mittels CTA nicht erreichbar. Bei der Todesfeststellung sind die Selektivität und die zeitliche Auflösung jedoch nicht handlungsleitend, da der globale, d. h. alle intrakraniellen arteriellen Gefäßterritorien betreffende Kreislaufstillstand nachgewiesen respektive ausgeschlossen werden soll.

Wenn nun nach der ersten CT-Messung dieselbe Messung in einem bestimmten zeitlichen Abstand wiederholt wird (Mehrphasen-CT) und der Vergleich Kontrastierung der intrakraniellen Gefäße zu Kontrastierung der extrakraniellen Gefäße für beide CT-Angiografie-Phasen bestimmt wird, stellt die CTA eine gut verfügbare und robuste Methode dar, den Kreislaufstillstand beim irreversiblen Hirnfunktionsausfall nachzuweisen.

Zu beachten ist, dass die CTA zur Feststellung des zerebralen Kreislaufstillstands bei Patientinnen und Patienten mit extrakorporaler maschineller Kreislaufunterstützung in der Regel nur bei veno-venöser ECMO-Therapie eingesetzt werden kann. Bei venoarterieller ECMO-Therapie kann eine CTA-Diagnostik nur bei zeitgerechter KM-Anflutung durchgeführt werden.

Zudem kann die CTA auch – bei allerdings etwas reduzierter Sensitivität – bei Patientinnen und Patienten mit Kalottendefekten eingesetzt werden.

Das folgende Untersuchungsprotokoll wurde in Anlehnung an Dupas et al. 1998 und im Konsens mit der Österreichischen Gesellschaft für Neuroradiologie erstellt.

#### Anleitung 6: Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands mittels CTA

---

1. **personelle Voraussetzungen:** Die Leitung der Untersuchung sowie die Befundung soll durch eine Fachärztin bzw. einen Facharzt für Radiologie erfolgen, die bzw. der mit diesem speziellen Untersuchungsprotokoll bzw. dessen Aussagekraft vertraut ist.
2. **klinische Voraussetzungen:**
  - RR syst. > 100 mmHg und/oder mittlerer arterieller Druck > 60 mmHg
  - Scanbereich möglich: C1/C2 bis Vertex, parallel zur Orbitomeatallinie

### 3. Untersuchungsablauf:

Scan (Schichtdicke 3 mm) nativ, 120 kV, 170 mA. i. v. Injektion eines nichtionischen Kontrastmittels (mindestens 300 mg J/ml), 80 ml, 3 ml/sec mit Injektor, gefolgt von 30 ml isotonischer Kochsalzlösung durch eine Druckinfusionsspritze in eine venöse Verweilkanüle oder einen zentralen Venenkatheter. Förderrate 3,5 ml/s. Automatischer Start des Volumen-Scan von HWK 6 bis Vertex über Bolus-Tracking 5 Sekunden, nachdem in der A. carotis communis eine Kontrastierung von mindestens 150 Hounsfield-Einheiten (HU) erreicht ist. 120 kV; 200 mA; Tischvorschub: 4 cm/s. Alternativ kann der 1. Scan automatisch nach 20 Sekunden gestartet werden. Rekonstruierte axiale Aufnahmen in 2-mm-Schichtdicke. Bei ultraschnellen CT-Geräten mit simultaner Aufnahme großer Körperbereiche ist der sogenannte Volumen-Scan von HWK 6 bis Vertex automatisch über Bolus-Tracking mit einer Zeitverzögerung von 15 Sekunden auszulösen. Der 2. Volumen-Scan erfolgt 30 Sekunden nach dem 1. Volumen-Scan bei Bolus-Tracking, respektive 50 Sekunden nach der KM-Injektion, wenn der 1. Volumen-Scan automatisch 20 Sekunden nach der KM-Injektion gestartet wurde.

### 4. Auswertung (beurteilt wird die intravasale Kontrastzunahme pro Phase):

Die Beurteilung erfolgt anhand der in der Checkliste 1 (s. u.) genannten Gefäße. Eine fehlende Kontrastierung in beiden Phasen für die AP-ACA, TCA, ICV, VG, SR ist als Kriterium für den fehlenden intrazerebralen Blutfluss anzunehmen. Auf eine regelrechte Kontrastierung der A. carotis externa (z. B. A. temporalis superficialis) als Beweis für die Ankunft des intravasalen Kontrastmittels im Bereich der hirnersorgenden Arterien ist zu achten.

Checkliste 1: Beurteilung der intravasalen Kontrastzunahme

GEFÄß	PHASE 1		PHASE 2	
	re.	li.	re.	li.
A. carotis interna				
C-ACI = cervical				
IC-ACI = cavernöser Abschnitt				
SC-ACI = supraclinoidal				
A. cerebri media (M1-ACM = M1)				
A. cerebri anterior				
A1-ACA = A1				
<b>AP-ACA = A. pericallosa</b>				
A. vertebralis (V4-VA)				
A. basilaris (BA)				
A. cerebri posterior (P1-PCA = P1)				
<b>kortikale arterielle Endverzweigungen (terminale kortikale Arterien = TCA)</b>				
A. carotis externa				
C-ACE = cervical				
STA = A. temporalis superficialis				
Sinus sagittalis superior (SSS)				
<b>Vena cerebri interna (ICV)</b>				
<b>Vena magna Galeni (VG)</b>				
<b>Sinus rectus (SR)</b>				
V. jugularis interna (VJI-Level Foramen jugulare)				
Vena ophthalmica superior (VOS)				

### 3.4 Nachweis der Irreversibilität

Sofern die erste klinisch-neurologische Untersuchung und die ergänzende Untersuchung die Diagnose des Hirnfunktionsausfalls bestätigen, soll der abschließende Nachweis der Irreversibilität mittels einer zweiten klinisch-neurologischen Untersuchung erbracht werden. Wenn die Durchführung einer ergänzenden Untersuchung (EEG, TCD/FDS, CTA) aus medizinischen Gründen nicht möglich war, soll vor Durchführung der zweiten klinisch-neurologischen Untersuchung eine altersabhängige Beobachtungszeit von mindestens zwölf Stunden (siehe Abschnitte 3.3 und 3.5) eingehalten werden. Die Beschränkung auf zwei klinisch-neurologische Untersuchungen ist nur dann zulässig, wenn eine primäre supratentorielle Läsion vorliegt und keine Beeinträchtigung durch zentral wirksame Substanzen gegeben ist.

### 3.5 Besonderheiten der Todesfeststellung bei Kindern bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr

Wenn nicht anders angeführt, gilt für die Todesfeststellung bei Kindern in dieser Altersgruppe dasselbe Vorgehen wie bei Erwachsenen. Die Besonderheiten bei Kindern bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr werden gegliedert nach Altersgruppen dargestellt:

- Für alle Altersgruppen gilt, dass der systolische Blutdruck und der MAP über der 50. Perzentile liegen soll.
- Wegen der noch offenen Fontanelle soll eine Diagnostik bei Kindern bis zum vollendeten zweiten Lebensjahr frühestens 48 Stunden nach der Hirnschädigung begonnen werden.

**Bei Kindern mit einem Gestationsalter < 37 Schwangerschaftswochen (SSW)** kann der irreversible Hirnfunktionsausfall nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht sicher festgestellt werden. Dies gilt auch bei Vorliegen einer Anenzephalie, weshalb eine Todesfeststellung mit anschließender Organentnahme in diesen Fällen nicht empfohlen wird.

**Bei Kindern mit einem Gestationsalter  $\geq$  37. SSW bis zum 28. Lebensstag** wird die Einhaltung folgender Kriterien empfohlen:

- Die Applikation zentral wirksamer Substanzen soll mehr als 48 Stunden vor Beginn der Diagnostik beendet worden sein.
- Das Zeitintervall zwischen den klinisch-neurologischen Untersuchungen soll mindestens 24 Stunden betragen.
- Es wird empfohlen, zusätzlich zu den klinisch-neurologischen Untersuchungen eine ergänzende Untersuchung durchzuführen.
- Eine in dieser Fragestellung erfahrene Neonatologin bzw. ein darin erfahrener Neonatologe soll als zweite Untersucherin bzw. zweiter Untersucher hinzugezogen werden.

**Bei Kindern ab dem 29. Lebensstag bis zum vollendeten ersten Lebensjahr (12 Monate)** wird die Einhaltung folgender Kriterien empfohlen:

- Die Applikation zentral wirksamer Substanzen soll mehr als 24 Stunden vor Beginn der Diagnostik beendet worden sein.
- Das Zeitintervall zwischen den klinisch-neurologischen Untersuchungen soll mindestens 24 Stunden betragen.
- Der Saug- und Suchreflex (3. Lebensmonat bis 6. Lebensmonat) soll negativ sein.

- Es wird empfohlen, zusätzlich zu den klinisch-neurologischen Untersuchungen eine ergänzende Untersuchung durchzuführen.
- Bei Feststellung des zerebralen Kreislaufstillstands mittels neurosonografischer Methoden soll der arterielle Mitteldruck mehr als 40 mmHg betragen.
- Eine in dieser Fragestellung erfahrene Pädiater:in bzw. ein darin erfahrener Pädiater soll als zweite Untersucherin bzw. zweiter Untersucher hinzugezogen werden.

**Bei Kindern zwischen dem ersten und dem vollendeten zweiten Lebensjahr (24 Monate) wird die Einhaltung folgender Kriterien empfohlen:**

- Die Applikation zentral wirksamer Substanzen soll mehr als 24 Stunden vor Beginn der Diagnostik beendet worden sein.
- Das Zeitintervall zwischen den klinisch-neurologischen Untersuchungen soll mindestens 24 Stunden betragen.
- Bei Feststellung des zerebralen Kreislaufstillstands mittels neurosonografischer Methoden soll der arterielle Mitteldruck mehr als 50 mmHg betragen.
- Eine in dieser Fragestellung erfahrene Pädiaterin bzw. ein darin erfahrener Pädiater soll als zweite Untersucherin bzw. zweiter Untersucher hinzugezogen werden.

**Für alle genannten Altersgruppen gilt:**

- Der Apnoetest soll analog dem Vorgehen bei Erwachsenen unter Berücksichtigung der in dieser Altersgruppe reduzierten Apnoetoleranz durchgeführt werden. Der Apnoetest im Neugeborenenalter ist dadurch kompliziert, dass eine Hemmung des Atemantriebs bei einer  $\text{FiO}_2$  von 1.0 bestehen kann und Neugeborene unter Hyperkapnie rasch mit Bradykardie reagieren können. Daher wird es bei Durchführung des Apnoetests in dieser Altersgruppe oftmals notwendig sein, mittels einer permissiven Hyperkapnie die  $\text{paCO}_2$ -Werte zu steigern. Dadurch kann auch ein zu rascher Abfall der Sauerstoffsättigung verhindert werden.

**Ab dem zweiten Lebensjahr (> 24 Monate) kann für die Todesfeststellung dasselbe Vorgehen wie bei Erwachsenen zur Anwendung kommen.**

### **3.6 Voraussetzungen für die Todesfeststellung nach Temperaturmanagement mit therapeutischer Senkung der Körpertemperatur**

Temperaturmanagement mit therapeutischer Senkung der Körpertemperatur (TTM) ist Standard nach Kreislaufstillstand und Verdacht auf hypoxische Enzephalopathie. Häufig werden in dieser Situation zentral wirksame Medikamente verabreicht. Diese werden bei Hypothermie langsamer abgebaut und können die klinische und elektrophysiologische Diagnostik des Hirnfunktionsausfalls verfälschen. Eine klare Konzentrations-Wirkungs-Beziehung ist für diese Befundkonstellation nicht bekannt. Daher soll die Beurteilung, ob die Diagnostik des Hirnfunktionsausfalls zulässig ist, unter Abwägung anamnestischer und klinischer Faktoren durch erfahrene Intensivmediziner:innen sowie Neurologinnen und Neurologen erfolgen.

Die Einhaltung folgender Kriterien wird empfohlen:

- Der Nachweis einer massiven Hirnschädigung sollte mittels eines bildgebenden Verfahrens erfolgen.
- Die Körpertemperatur der Patientin bzw. des Patienten soll für mindestens 24 Stunden vor Beginn der klinisch-neurologischen Untersuchung  $\geq 36$  °C betragen.
- Im Zweifelsfall soll der Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands erbracht werden.

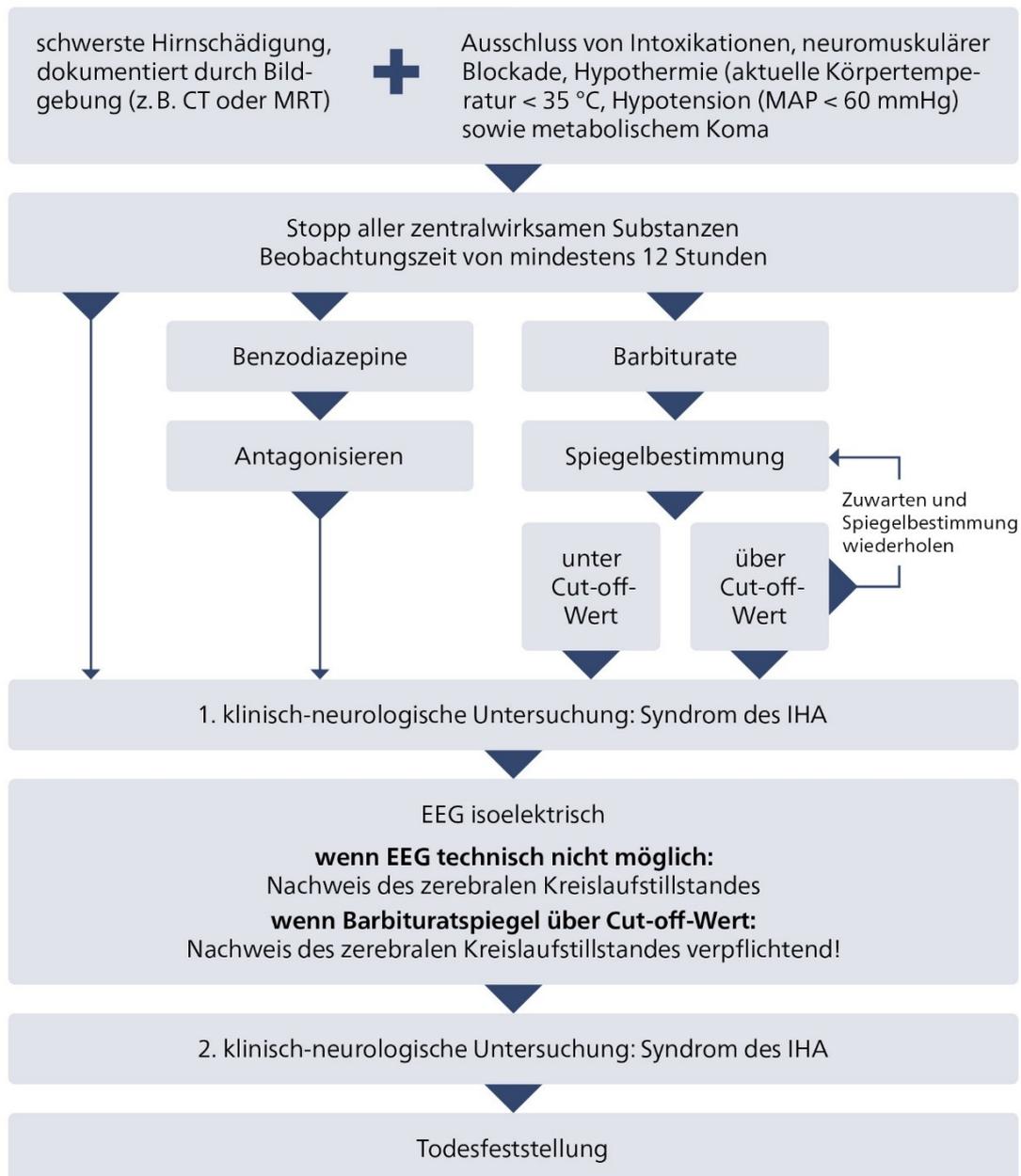
### 3.7 Durchführung des Apnoetests unter extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO)

Bei Patientinnen und Patienten mit extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO) und/oder Kreislaufunterstützung (z. B. venovenöser oder venoarterieller ECMO) soll der zentrale Atemstillstand ebenfalls durch den Nachweis des Fehlens von Eigenatmung bei einem  $\text{paCO}_2$  von mindestens 60 mmHg belegt werden. Die Einstellung eines  $\text{paCO}_2$  von mindestens 60 mmHg ist auch bei Patientinnen und Patienten an der ECMO möglich, kann jedoch technische Besonderheiten aufweisen, insbesondere auch unter Berücksichtigung der Möglichkeit regional unterschiedlicher Blutgasverhältnisse bei venoarterieller ECMO.

Für die Durchführung des Apnoetests wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Die Untersuchung soll mit Unterstützung von Ärztinnen und Ärzten, die mit der ECMO-Therapie vertraut sind, durchgeführt werden.
- Die Sauerstoffkonzentration der zugeführten Gase soll je nach Ausmaß der vorbestehenden Oxygenierungsstörung individuell gesteuert werden.
- Wegen regionaler Umverteilungsphänomene bei venoarterieller ECMO sollen arterielle Blutgase von beiden Armen entnommen werden; beide  $\text{paCO}_2$ -Werte sollen über 60 mmHg liegen.
- Der Test soll bei einem  $\text{paCO}_2$ -Wert von 35–40 mmHg gestartet werden.
- Die mechanische Beatmung soll auf CPAP oder  $\text{O}_2$ -Insufflation umgestellt werden.
- Der Frischgasfluss an der ECMO soll auf 0,5–1 Liter/min reduziert werden.
- Die klinische Diagnose der Apnoe soll nach Erreichen eines  $\text{paCO}_2$ -Wertes von mindestens 60 mmHg erfolgen.

## 4 Grafische Darstellung des Untersuchungsablaufs



### Anmerkung:

Eine Beobachtungszeit muss nur eingehalten werden, wenn mehr als 2 Lege-artis-Boli von ZWS verabreicht wurden.

# Anhang

Protokoll zur Dokumentation des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls (IHA) bei erhaltenem Kreislauf

Protokoll zur Dokumentation des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls (IHA)  
bei erhaltenem Kreislauf (Version vom 02.07.2025)

Patientendaten (Etikette)		Krankenanstalt:		
<b>VORAUSSETZUNGEN</b>				
Diagnose:				
Hirnschädigung: primär supratentoriell <input type="checkbox"/>		primär infratentoriell <input type="checkbox"/> sekundär <input type="checkbox"/>		
Bildgebung (CT oder MRT) mit der Diagnose IHA-Syndrom vereinbar <input type="checkbox"/>				
ausgeschlossen sind: <input type="checkbox"/> Intoxikation <input type="checkbox"/> neuromuskuläre Blockade <input type="checkbox"/> Hypothermie (aktuelle Körpertemperatur < 35 °C) <input type="checkbox"/> Hypotension (MAP < 60 mmHg) <input type="checkbox"/> metabolisches Koma				
Behandlung mit Sedativa/Opioiden beendet: Datum:		Uhrzeit:		
mehr als 2 Bolusgaben oder kontinuierliche Dauermedikation mit Benzodiazepinen <input type="checkbox"/> und/oder Barbituraten <input type="checkbox"/>				
bei Benzodiazepinen: Wurden diese antagonisiert? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Medikament: ..... Dosis: .....				
bei Barbituraten: Spiegel unter Cut-off-Wert: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>				
Datum:	Uhrzeit:	Name (Blockbuchstaben):	Unterschrift:	
<b>KLINISCH-NEUROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN</b>				
	1. Untersuchung		2. Untersuchung	
	Datum:	Uhrzeit:	Datum:	Uhrzeit:
Koma (Glasgow Coma Scale Score 3)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
keine Pupillenreaktion auf Lichtreiz bei mittel- bis maximalweiten Pupillen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Fehlen des okulozephalen/vestibulookulären Reflexes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Fehlen des Kornealreflexes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Fehlen des Pharyngealreflexes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Fehlen des Hustenreflexes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
kein Grimassieren auf Druckprovokation u. Ä.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
schlaffe Tetraplegie	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	Name (Blockbuchstaben):		Name (Blockbuchstaben):	
	Unterschrift:		Unterschrift:	
Atropintest (2 mg i. v.): Steigerung der Herzfrequenz um maximal 15 Prozent der Ausgangsfrequenz ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>				
Datum:	Uhrzeit:	Name (Blockbuchstaben):	Unterschrift:	
Apnoetest erfüllt ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bei paCO <sub>2</sub> von ..... mmHg				
Datum:	Uhrzeit:	Name (Blockbuchstaben):	Unterschrift:	

Fortsetzung auf Seite 2 >>

Patientendaten (Etikette)

>> Fortsetzung von Seite 1

ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN					
EEG (mindestens 30-minütige Ableitung)			Das EEG weist bei einer Verstärkung von 2 $\mu$ V/mm eine hirnelektrische Stille auf und enthält lediglich eindeutig identifizierte Artefakte.		
Beginn:	Datum:	Uhrzeit:	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		
Ende:	Datum:	Uhrzeit:			
			Name (Blockbuchstaben):	Unterschrift:	
Nachweis des zerebralen Kreislaufstillstands					
TCD/FDS (Abstand zwischen Untersuchungen mindestens 30 Minuten)			CTA		
erste Untersuchung:	Datum:	Uhrzeit:	Datum:	Uhrzeit:	
zweite Untersuchung:	Datum:	Uhrzeit:	zerebraler Kreislaufstillstand festgestellt: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		
			Name (Blockbuchstaben):	Unterschrift:	
ANMERKUNGEN (bei Bedarf):					
Name (Blockbuchstaben):			Anmerkung:		
AUFGRUND DER ERHOBENEN BEFUNDE WIRD DER TOD FESTGESTELLT.					
Datum:	Uhrzeit:	Name (Blockbuchstaben):	Unterschrift:		

## Literaturverzeichnis

- AoMRC (2008): A Code of Practice for the Diagnosis and Confirmation of Death. Academy of Medical Royal Colleges, London
- In-vitro-Diagnostika (EU) 2017/746 (2017): Verordnung (EU) 2017/746 des europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2017 über In-vitro-Diagnostika und zur Aufhebung der Richtlinie 98/97/EG und des Beschlusses 2010/227/EU der Kommission, Amtsblatt der Europäischen Union, in der Fassung vom 05.05.2017
- KAKuG: Bundesgesetz über Krankenanstalten und Kuranstalten (KAKuG), BGBl. I Nr. 273/1982, in der geltenden Fassung
- Kopetzki, Christian (1988): Organgewinnung zu Zwecken der Transplantation: eine systematische Analyse des geltenden Rechts. 82. Aufl., Springer, New York
- Kuratani, John; Pearl, Phillip L.; Sullivan, Lucy; Riel-Romero, Rosario M.; Cheek, Janna; Stecker, Mark; San-Juan, Daniel; Selioutski, Olga; Sinha, Saurabh R.; Drislane, Frank W.; Tsuchida, Tammy N. (2016): American Clinical Neurophysiology Society Guideline 5: Minimum Technical Standards for Pediatric Electroencephalography. In: Journal of Clinical Neurophysiology 33/4:320-323
- LaMancusa, Joseph; Cooper, Robert; Vieth, Robert; Wright, Francis (1991): The effects of the falling therapeutic and subtherapeutic barbiturate blood levels on electrocerebral silence in clinically brain-dead children. In: Clinical Electroencephalography 22/2:112-117
- Lanfermann, Heinrich; Brandt, Stephan A (2022): CT-Angiographie zum Nachweis des zerebralen Zirkulationsstillstandes: Aktualisierung der Kriterien. In: Clinical Neuroradiology 32/4:1149-1151
- Marikar, Dilshad (2016): The diagnosis of death by neurological criteria in infants less than 2 months old: RCPCH guideline 2015. In: Archives of disease in childhood Education and practice edition 101/4:186
- Mathur, Mudit; Ashwal, Stephen (2015): Pediatric brain death determination. In: Seminars in Neurology 35/2:116-124
- Murphy, Lauren; Wolfer, Hannah; Hendrickson, Robert G (2021): Toxicologic confounders of brain death determination: a narrative review. In: Neurocritical care 34/3:1072-1089
- Nakagawa, T. A.; Ashwal, S.; Mathur, M.; Mysore, M. R.; Bruce, D.; Conway, E. E., Jr.; Duthie, S. E.; Hamrick, S.; Harrison, R.; Kline, A. M.; Lebovitz, D. J.; Madden, M. A.; Montgomery, V. L.; Perlman, J. M.; Rollins, N.; Shemie, S. D.; Vohra, A.; Williams-Phillips, J. A. (2011): Guidelines for the determination of brain death in infants and children: an update of the 1987 Task Force recommendations. In: Crit Care Med 39/9:2139-2155
- Nakagawa, Thomas A; Ashwal, Stephen; Mathur, Mudit; Mysore, Mohan; Children, Committee For Determination Of Brain Death In Infants (2012): Guidelines for the determination of

brain death in infants and children: an update of the 1987 task force recommendations— executive summary. In: *Annals of neurology* 71/4:573-585

Nakagawa, Thomas A; Ashwal, Stephen; Mathur, Mudit; Mysore, Mohan; Society of Critical Care Medicine, Section on Critical Care; Section on Neurology of the American Academy of Pediatrics; Society, the Child Neurology (2011): Guidelines for the determination of brain death in infants and children: an update of the 1987 Task Force recommendations. In: *Pediatrics* 128/3:e720-e740

Nunes, DM; Maia, ACM; Boni, RC; Da Rocha, AJ (2019): Impact of skull defects on the role of CTA for brain death confirmation. In: *American journal of neuroradiology* 40/7:1177-1183

Organtransplantationsgesetz: Bundesgesetz über die Transplantation von menschlichen Organen (Organtransplantationsgesetz – OTPG), BGBl. I Nr. 108/2012, in der geltenden Fassung.

SAMW (2017): Feststellung des Todes im Hinblick auf Organtransplantationen und Vorbereitung der Organentnahme [online]. <https://www.samw.ch/de/Ethik/Themen-A-bis-Z/Organtransplantation/Postmortale-Organspende.html> [Zugriff am 06.05.2025]

Schulz, M; Schmoldt, A (2003): Therapeutic and toxic blood concentrations of more than 800 drugs and other xenobiotics. In: *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences* 58/7:447-474

Schwarz, Gerhard; Errath, Maximilian; Argüelles Delgado, Placido; Wießpeiner, Ulrike; Voit-Augustin, Henrika; Grims, Robert; Kaltenböck, Friedrich; Kober, Eva Maria; Schöpfer, Andreas; Fuchs, Gottfried (2022): Computed tomography angiography (CTA) in selected scenarios with risk of possible false-positive or false-negative conclusions in diagnosing brain death. In: *Life* 12/10:1551

Spears, William; Mian, Asim; Greer, David (2022): Brain death: a clinical overview. In: *Journal of intensive care* 10/1:16

Stecker, Mark M; Sabau, Dragos; Sullivan, Lucy; Das, Rohit R; Selioutski, Olga; Drislane, Frank W; Tsuchida, Tammy N; Tatum IV, William O (2016): American Clinical Neurophysiology Society guideline 6: minimum technical standards for EEG recording in suspected cerebral death. In: *Journal of Clinical Neurophysiology* 33/4:324-327

Thomas, I; Manara, A (2020): Pitfalls in the diagnosis of death using neurological criteria. In: *BJA education* 20/1:2-4

Webb, Adam C; Samuels, Owen B (2011): Reversible brain death after cardiopulmonary arrest and induced hypothermia. In: *Critical care medicine* 39/6:1538-1542

Welschehold, Stefan; Boor, Stephan; Reuland, Katharina; Thömke, Frank; Kerz, Thomas; Reuland, André; Beyer, Christian; Gartenschläger, Martin; Wagner, Wolfgang; Giese, Alf (2012): Technical aids in the diagnosis of brain death: a comparison of SEP, AEP, EEG, TCD and CT angiography. In: *Deutsches Ärzteblatt International* 109/39:624

Wijdicks, Eelco F. M. (2010): *Brain death*. 1. Aufl., Oxford University Press, New York