

Handlungsempfehlung: Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen*

DGAInfo

Aus dem Wissenschaftlichen
Arbeitskreis Notfallmedizin:
Arbeitsgruppe
„Prähospitale Notfallnarkose“

Mitwirkende der Arbeitsgruppe „Prähospitale Notfallnarkose“

(in alphabetischer Reihenfolge):

Michael Bernhard, Leipzig
(federführend)
Björn Hossfeld, Ulm
(federführend)
Berthold Bein, Hamburg
Bernd W. Böttiger, Köln
Andreas Bohn, Münster
Matthias Fischer, Göppingen
Jan-Thorsten Gräsner, Kiel
Jochen Hinkelbein, Köln
Clemens Kill, Marburg
Carsten Lott, Mainz
Erik Popp, Heidelberg
Markus Roessler, Göttingen
Alin Schaumberg, Gießen
Volker Wenzel, Innsbruck

* Beschluss des Engeren Präsidiums der
DGA vom 12.03.2015 in Berlin.

Schlüsselwörter

Leitlinie – Notfallmedizin –
Notfallnarkose – Management –
Komplikationen

Keywords

Guideline – Emergency
Medicine – Emergency
Anaesthesia – Management –
Complications

Zusammenfassung

Die Notfallnarkose ist eine zentrale therapeutische Maßnahme in der prähospitalen Notfallmedizin. Das Risiko einer Notfallnarkose ist außerhalb der Klinik deutlich höher als innerklinisch. Die primären Ziele der Notfallnarkose sind Hypnose, Analgesie, Schaffung einer Möglichkeit zur Oxygenierung und Ventilation durch eine Atemwegssicherung. Sekundäre Ziele der Notfallnarkose sind Amnesie, Anxiolyse, Reduktion von Sauerstoffverbrauch und Atemarbeit, Protektion vitaler Organsysteme sowie Vermeidung sekundärer myokardialer und zerebraler Schäden. Eine kritische Überprüfung der Indikationsstellung zur prähospitalen Notfallnarkose hat vor dem Hintergrund patienten-, einsatz- und anwenderbezogener Faktoren zu erfolgen. Die Notfallnarkose als Rapid-Sequence-Induction beinhaltet ein Standardmonitoring, die Präoxygenierung, eine standardisierte Vorbereitung der Notfallnarkose (Narkose-/Notfallmedikamente, Atemwegs- und Beatmungsequipment), die Medikamentenapplikation, (wenn nötig) die passagere Aufhebung der HWS-Immobilisation und konsequente manuelle Inline-Stabilisation während des Intubationsmanövers sowie die Atemwegssicherung und die Tubuslagekontrolle. Die Präoxygenierung sollte bei jedem spontanatmenden Notfallpatienten für einen Zeitraum von mindestens 3-4 min mit dichtsitzender Gesichtsmaske und Beatmungsbeutel mit Sauerstoffreservoir und 12-15 l Sauerstoff/min oder Demand-Ventil mit 100%

Sauerstoff erfolgen. Alternativ kann die Präoxygenierung auch mittels nicht-invasiver Beatmung mit 100% Sauerstoff durchgeführt werden. Die standardisierte Narkosevorbereitung umfasst das Aufziehen und die Kennzeichnung der Narkose- und Notfallmedikamente, die Kontrolle des Beatmungsbeutels (inkl. Maske), die Vorbereitung eines Endotrachealtubus (inkl. Blockerspritze) mit einliegendem Führungsstab, das Bereitlegen von Stethoskop und Fixierungsmaterial, die Bereitstellung alternativer Instrumente zur Atemwegssicherung sowie den Check von Absaugvorrichtung, Beatmungsgerät und Standardmonitoring inkl. Kapnographie. Als Standardmonitoring zur prähospitalen Notfallnarkose soll das Elektrokardiogramm, die automatische/manuelle Blutdruckmessung und die Pulsoxymetrie zur Anwendung kommen. Eine kontinuierliche Kapnographie erfolgt immer und ohne Ausnahme zur Lagekontrolle der Beatmungshilfen, deren Diskonnektion und Dislokation im Beatmungssystem sowie zum indirekten Monitoring der Hämodynamik. Es sind möglichst zwei periphervenöse Verweilkanülen vor Narkoseeinleitung zu etablieren.

Summary

Inducing anaesthesia outside the hospital is an important therapeutic intervention in emergency medicine and much more difficult to accomplish than inside the hospital. Its primary goals include hypnosis, and analgesia and it enables airway management to achieve mechanical ventilation and adequate oxyge-

nation. Secondary goals of emergency anaesthesia include amnesia, anxiolysis, reduced oxygen consumption and work of breathing, and thus protection of vital organs and avoidance of secondary myocardial injury or cerebral injuries. Factors specific to the individual patient, the site of intervention and the operator need to be considered prior to pre-hospital induction of anaesthesia. The rapid sequence induction procedure comprises basic monitoring, pre-oxygenation, standardised preparation of drugs and equipment, administration of drugs, removal of the cervical collar and manual in-line stabilisation during an intubation attempt (if needed), intubation and confirmation of endotracheal intubation. Every spontaneously breathing emergency patient should receive pre-oxygenation at a rate of 12-15 l oxygen per minute for at least 3-4 minutes, using a tight-sealing face mask or a demand valve. The standardised preparation process includes preparation and labelling drugs/syringes, checking the bag-valve mask, preparing the endotracheal tube with a stylet and blocking syringe, as well as having a stethoscope and material to secure the tube at hand, as well as alternative airway devices. It also includes immediate access to alternative means of airway management, as well as a suction unit, ventilator and monitoring devices including capnography. Basic monitoring in prehospital emergency anaesthesia includes ECG equipment, an automatic/manual blood pressure cuff and pulse oximetry. Continuous capnography is used without exception to confirm ventilation, detect possible disconnections/dislocations, and indirectly monitor haemodynamics. Prior to induction of prehospital emergency anaesthesia, two peripheral IV catheters should be placed, if possible.

1.1 Rationale, Häufigkeit und Indikation

1.1.1 Rationale

Notfallnarkose, Atemwegssicherung und Beatmung sind zentrale therapeutische Maßnahmen in der Notfallmedizin [33, 69]. Es ist zu fordern, dass ein Notarzt

Tabelle 1

Übersicht der zentralen Handlungsempfehlungen zur prähospitalen Notfallnarkose

- **Kritische Überprüfung der Indikationsstellung** zur prähospitalen Notfallnarkose vor dem Hintergrund patienten-, einsatz- und anwenderbezogener Faktoren.
- **Rapid-Sequence-Induction** mit Präoxygenierung, standardisiertem Vorgehen bei der Notfallnarkose mit Vorbereitung von Narkose-/Notfallmedikamenten und Atemwegs- und Beatmungsequipment, Standardmonitoring, Gefäßzugängen, Medikamentenapplikation, passagerer Aufhebung der HWS-Immobilisation unter konsequenter manueller Inline-Stabilisation während des Intubationsmanövers, Atemwegssicherung und Tubuslagekontrolle mittels Kapnographie.
- **Präoxygenierung** bei jedem spontanatmenden Notfallpatienten für einen Zeitraum von 3-4 min mit 12-15 l Sauerstoff/min und dichtsitzender Gesichtsmaske mit Sauerstoffreservoir oder Demand-Ventil bzw. nicht-invasiver Beatmung (NIV/CPAP).
- **Standardisierte Vorbereitung** von Narkose- und Notfallmedikamenten, Beatmungsbeutel mit Reservoir oder Demandventil inkl. Maske, Endotrachealtubus inkl. Blockerspritze, Führungsstab und Fixation, Vorhaltung alternativer Atemwegsinstrumente, Stethoskop, Check von Absaugvorrichtung, Beatmungsgerät und Standardmonitoring inkl. Kapnographie.
- **Standardmonitoring** bei der prähospitalen Notfallnarkose umfasst Elektrokardiogramm, automatische Blutdruckmessung, pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung und Kapnographie.
- **Kapnographie** zur Tubuslage-, Diskonnektions- und Dislokationskontrolle sowie zum indirekten Monitoring der Hämodynamik.
- Möglichst **zwei peripheren Verweilkanülen** vor Narkoseeinleitung.

unabhängig von der Fachrichtung die Fähigkeit besitzt, selbständig eine Notfallnarkose bei verschiedenen Verletzungsmustern, Krankheitsbildern und Risiken auch unter den prähospital erschwerten Umständen sicher durchzuführen [71]. Ergänzend muss das rettungsdienstliche Fachpersonal in der Lage sein, bei einer Notfallnarkose sicher zu assistieren. Daraus ergibt sich die Frage, welche Vorgehensweise bei der Notfallnarkose unter den komplexen Bedingungen im Notarzteinsatz als Goldstandard anzusehen ist und welche Narkosedikamente auch unter Berücksichtigung verschiedener Patientenkollektive zur Durchführung geeignet erscheinen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass sich Narkoseeinleitung und -durchführung in der prähospitalen Notfallmedizin bezüglich vieler Aspekte schwieriger gestalten, als die Routineanästhesie innerhalb der Klinik im OP-Bereich oder auf der Intensivstation [17,66].

Die nachfolgende Handlungsempfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) wurde für alle in der Notfallmedizin tätigen Notärzte und für rettungsdienstliches Fachpersonal erstellt. Die Handlungsempfehlung beinhaltet die nach aktuellem Wissensstand ge-

eigneten Maßnahmen, welche je nach individueller Konstellation (z.B. Infrastruktur, örtlicher Situation, Zustand des Patienten, individuellen Fertigkeiten, Kenntnissen und Erfahrung des Anwenders) die adäquate Durchführung einer Notfallnarkose bei einem vital gefährdeten Patienten gewährleisten. Tabelle 1 listet eine Übersicht der zentralen Punkte dieser Handlungsempfehlung auf.

1.1.2 Häufigkeit

Der einzelne Notarzt leitet unter Berücksichtigung von 82.000 bodengebundenen Notarzteinsätzen der MIND-Datenauswertung in Baden-Württemberg und 47.000 Luftrettungsdienstleistungen der LIKS-Datenbank im Durchschnitt alle 0,5 Monate im Luftrettungsdienst und alle 1,4 Monate im bodengebundenen Notarzteinsatz eine Notfallnarkose ein [30]. Die Häufigkeit einer Notfallnarkose bei Notarzteinsätzen beträgt insgesamt rund 3-5%, bei Kindern <18 Jahren etwa 4-7% [7,8,24,32,34].

1.1.3 Indikation zur Notfallnarkose

Eine Notfallnarkose muss häufig bei bewusstlosen (GCS <9), unkooperativen, nicht-nüchternen, kardiopulmonal instabilen, schwerverletzten oder kritisch kranken Patienten durchgeführt werden [76]. In der Mehrzahl der Fälle ist eine

Notfallnarkose für die Atemwegssicherung notwendig. Eine Ausnahme stellen Patienten unter kardiopulmonaler Reanimation dar, die primär eine Atemwegssicherung und ggf. erst später nach Erreichen eines Spontankreislaufes eine Notfallnarkose benötigen [78]. Indikationen für die Durchführung einer Notfallnarkose finden sich bei vitalgefährdeten Patienten mit kardiopulmonalen oder neurologischen Erkrankungen, bei Traumapatienten und bei Intoxikationen bzw. ausgeprägten Vigilanzstörungen mit Reduktion der Schutzreflexe (GCS <9) und hoher Aspirationsgefahr [16,23]. Hiervon ausgenommen sind rasch reversible Ursachen der Vigilanzstörungen (z.B. Hypoglykämie) oder Zustände, bei denen der GCS nicht mit dem Ausmaß der Reduktion der Schutzreflexe korreliert (z.B. Schlaganfall mit Aphasie oder Demenz). Dabei benötigen auch Patienten mit einer deutlichen Vigilanzstörung (GCS <9) zur Toleranz der Atemwegssicherung die Einleitung einer Notfallnarkose [55]. Eine Übersicht zu den Indikationen und den Zielen der prähospitalen Notfallnarkose bieten Tabellen 2 und 3.

Die Ausführungen der DGAI-Handlungsempfehlung zum prähospitalen Atemwegsmanagement [79] und der S3-Leitlinie „Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ [74] zum Thema „Notfallnarkose, Atemwegsmanagement und Beatmung“ müssen bei der Indikations-

Tabelle 2

Indikationen zur prähospitalen Notfallnarkose

- Akute respiratorische Insuffizienz (Hypoxie und/oder Atemfrequenz* <6 oder >29/min) und Kontraindikationen gegen eine oder Versagen einer nicht-invasiven Ventilation (NIV)
- Bewusstlosigkeit/neurologisches Defizit mit Aspirationsgefahr
- Polytrauma/schweres Trauma mit
 - hämodynamischer Instabilität, RR_{sys} <90 mmHg oder
 - Hypoxie mit SpO₂ <90% trotz O₂-Gabe oder
 - Schädel-Hirn-Trauma mit GCS <9

* beim Vorliegen nicht rasch reversibler Ursachen.

Tabelle 3

Ziele der prähospitalen Notfallnarkose

- Amnesie
- Anxiolyse
- Stressabschirmung
- Hypnose
- Schmerztherapie durch umfassende und ausreichende Analgesie
- Schaffung einer Möglichkeit zur raschen und effektiven Atemwegssicherung (mit Sicherung der Oxygenierung und Ventilation durch Beatmung sowie eines Aspirationschutzes durch endotracheale Intubation)
- Reduktion des Sauerstoffverbrauchs
- Protektion vitaler Organsysteme und Vermeidung sekundärer myokardialer und zerebraler Schäden

stellung zur Notfallnarkose Berücksichtigung finden. Die Indikation, Planung und Durchführung einer Notfallnarkose wird durch folgende Faktoren relevant beeinflusst:

- Ausbildung, Erfahrung und Routine des Notarztes und des rettungsdienstlichen Fachpersonals
- Umstände an der Einsatzstelle (z.B. Beleuchtung, Platzverhältnisse, Witterung)
- Transportzeit und -art (bodengebunden, luftgestützt)
- Begleitumstände der Atemwegssicherung und (abschätzbare) Intubationshindernisse (z.B. erwarteter schwieriger Atemweg beim suffizient spontanatmenden Notfallpatienten)

Die selbstkritische Einschätzung der eigenen Fertigkeiten des Notarztes soll daher genauso in den Entscheidungsprozess zur Durchführung einer prähospitalen Notfallnarkose einbezogen werden wie die Situation des Patienten selbst. Die Durchführung einer Notfallnarkose bedingt einen Eingriff in die Körperintegrität mit einem relevanten Letalitätsrisiko und stellt besondere Anforderungen an die Qualität der Durchführung, die Überwachung und das Management von Komplikationen. Unter Berücksichtigung der Nachteile und möglicher Komplikationen (z.B. Erbrechen, Aspiration, Verlegung der Atemwege, Kreislaufdepres-

sion, allergische Reaktion) ist daher eine Risiko-Nutzen-Abwägung vor Einleitung einer Notfallnarkose durchzuführen. Dabei müssen immer auch die individuellen Fertigkeiten von Notarzt und rettungsdienstlichem Fachpersonal sowie relevante Teamfaktoren berücksichtigt werden. Dabei ist der Notarzt in der Regel auf sich allein gestellt und kann nicht wie ein Assistenzarzt im Krankenhaus auf unmittelbare fach- oder oberärztliche Unterstützung zurückgreifen. Fehlte es dem Durchführenden einer prähospitalen Notfallnarkose an der notwendigen Routine, so wurden mehrfach katastrophale Komplikationen berichtet [84]. Arbeitsabläufe, die keiner Routine unterliegen, bergen ein hohes Maß an Fehlerrisiken. Daher müssen klare Vorgehensweisen in Handlungsempfehlungen und lokalen Standard-Operation-Procedures (SOPs) definiert sein, damit auch weniger routinierte Rettungsteams ein gemeinsames Konzept zur Durchführung einer prähospitalen Notfallnarkose haben. Die vital bedrohlichen Risiken einer Notfallnarkose für den Patienten machen es deshalb unabdingbar, dass alle Notärzte Konzepte für Einleitung und Fortführung einer Notfallnarkose beherrschen. Die Vereinigung der Anästhesisten in Großbritannien und Irland fordert, dass Ärzte, die eine Narkose außerhalb des Krankenhauses durchführen, „die gleiche Erfahrung und Ausbildung haben sollten, mit der sie auch im Krankenhaus ohne Supervision eine Notfallintubation in der Notfallaufnahme durchführen dürften“ [30,37,50].

1.2 Besonderheiten der prähospitalen Notfallnarkose

Notfallnarkosen auf der Intensivstation, in der Notaufnahme und insbesondere in der prähospitalen Notfallmedizin sind mit einer erhöhten Schwierigkeitsrate assoziiert [17,33,38]. Analog der Einteilung von Timmermann et al. [79] können diese multifaktoriell risikosteigernden Bedingungen durch anwenderspezifische, patienten- und einsatzbezogene Faktoren charakterisiert werden.

1.2.1 Patientenbezogene Faktoren

Zu den patientenbezogenen Faktoren, die eine Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung erschweren, zählen neben der fehlenden Nüchternheit und Verletzungen der Atemwege auch Einschränkungen der Halswirbelsäulenbeweglichkeit (vorbestehend, traumatisch oder durch Immobilisierung), kardiopulmonale oder sonstige Beeinträchtigungen aufgrund von Vorerkrankungen und/oder Verletzungen, ein schlechter Venenstatus und eine bestehende Dauermedikation.

Fehlende Nüchternheit: Prähospitaler Notfallpatienten müssen generell als nicht-nüchtern angesehen werden. Um das Aspirationsrisiko bei Erwachsenen zu minimieren, macht dies eine Rapid-Sequence-Induction mit schneller Narkoseeinleitung und Atemwegssicherung ohne Zwischenbeatmung erforderlich. Dieser Aspekt hat wesentlichen Einfluss auf die Auswahl der Narkosemedikamente. Bei Kindern wird durch den Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI eine Zwischenbeatmung zur Vermeidung einer Hypoxie bei der Rapid-Sequence-Induction empfohlen [70].

Schwieriger Gefäßzugang: Die zeitgerechte Anlage von möglichst zwei peripheren Gefäßzugängen wird zur prähospitalen Narkoseeinleitung bei kritisch kranken bzw. schwerverletzten Patienten empfohlen, um während der Narkoseeinleitung immer einen zweiten Zugang einsatzbereit zu halten (z.B. bei Paravasat) [29]. Sollte die Punktion peripherer Venen erschwert sein, ist die Applikation der Narkosemedikamente auch über einen intraossären Zugang möglich [2,6]. Alle im Folgenden genannten Medikamente können in gleicher Dosis auch intraossär appliziert werden.

Hämorrhagischer Schock: Ein Blutverlust wird bei vielen Patienten unterschätzt (z.B. Polytrauma, innere Blutung). Dabei ist zu beachten, dass die Anzahl der sauerstofftragenden Erythrozyten kritisch reduziert ist und eine Präoxygenierung besonders sorgfältig zu erfolgen hat; im Tierversuch mit schwerem hämorrhagischem Schock kam es

trotz Präoxygenierung bereits nach 1-2 min Apnoe zu einer Sauerstoffsättigung <70% [63]. Wird eine Notfallnarkose bei einem Patienten im schweren hämorrhagischen Schock am Unfallort durchgeführt, kann es darüber hinaus besonders schnell zu gefährlichen Blutdruckabfällen kommen, die sehr schwer korrigierbar sind.

1.2.2 Einsatzbezogene Faktoren

Position des Patienten: Eingeklemmte oder schwer zugängliche Patienten sollten zunächst unter Analosedierung mit erhalten der Spontanatmung gerettet werden, um die Patienten in eine für die Narkoseeinleitung und die assoziierte Atemwegssicherung günstigere Position zu bringen. Im prähospitalen Umfeld bieten sich die Bedingungen im Rettungswagen hierfür an [12,40].

Eingeschränktes Equipment: Während dem Arzt in der Klinik eine umfassende Ausrüstung mit technischen Hilfsmitteln sowie eine Vielzahl verschiedener Medikamente unterschiedlicher Substanzklassen zur Verfügung stehen, sind das prähospitaler Equipment und die Auswahl an Medikamenten zur Narkoseinduktion deutlich eingeschränkt.

Zeitliche Dringlichkeit: Häufig muss die Einleitung der Notfallnarkose in Abhängigkeit von der Patientensituation unter Zeitdruck stattfinden. Die dargestellten Besonderheiten im prähospitalen Umfeld fordern daher für die Patientensicherheit ein besonders hohes Maß an Routine und Erfahrung.

1.3 Vorbereitung, Durchführung und Überwachung der Notfallnarkose

Die Risiken und Gefahren einer prähospitalen Notfallnarkose machen ein weitgehend standardisiertes Vorgehen zur Vermeidung von Komplikationen notwendig. Die Organisation der prähospitalen Notfallnarkose umfasst daher folgende Punkte:

- gründliche Evaluation und Untersuchung des Patienten,
- kritische Überprüfung der Indikationsstellung für eine prähospitaler Notfallnarkose,

- Optimierung des Patientenzustandes durch Präoxygenierung, Blutstillung und Volumengabe (wenn erforderlich),
- standardisiertes Vorgehen bei Vorbereitung und Ablauf einer prähospitalen Notfallnarkose,
- Management von Komplikationen.

1.3.1 Kritische Überprüfung der Indikationsstellung für eine prähospitaler Notfallnarkose

Die unter 1.1.3 und 1.2 aufgeführten Aspekte müssen hier Beachtung finden. Die Entscheidung zur Durchführung einer Notfallnarkose wird mit dem gesamten Rettungsteam kommuniziert. Gemeinschaftlich werden der optimale Ort für die Narkoseeinleitung, die Aufgabenverteilung im Team, die Auswahl der Narkosemedikamente, sonstige wichtige Hinweise und Vorgaben besprochen und so ein gemeinsames Vorgehen festgelegt, welches sich idealerweise an einem standardisierten Ablauf orientiert.

1.3.2 Vorbereitung der prähospitalen Notfallnarkose

Als Einleitungsform der Notfallnarkose wird eine modifizierte Rapid-Sequence-Induction genutzt mit dem Ziel, rasch und effektiv einen Zustand der Bewusstlosigkeit herbeizuführen, in dem die Atemwegssicherung und Ventila-

Tabelle 4

Standardisierte Vorbereitung des Equipments einer Notfallnarkose

- Narkose- und Notfallmedikamente aufziehen und Spritze mit Wirkstoff und Konzentration etikettieren
- Beatmungsbeutel mit Reservoir oder Demandventil und patientengerechter Maske
- Patientengerechter Endotrachealtubus mit aufgesetzter Blockerspritze und einliegendem Führungsstab, Tubusfixation, Stethoskop
- Alternativen Atemweg als Rückfallebene bereitlegen
- Absaugvorrichtung, Beatmungsgerät und Kapnographie auf Vollständigkeit und Funktion checken

tion toleriert wird. Das Konzept sieht vor, in rascher Abfolge ein Hypnotikum und ein Muskelrelaxanz zu verabreichen [76]. Ein Analgetikum kann vor, zügig nach diesen beiden Substanzen oder nach der Atemwegssicherung injiziert werden. Eine Beatmung muss nach Einleitung sichergestellt werden. Die entsprechenden Medikamente müssen vorab aufgezogen und etikettiert sein [21, 57], das Equipment für die Atemwegssicherung muss vorbereitet und auf Einsatzfähigkeit überprüft werden (Tab. 4).

1.3.3 Durchführung und Ablauf einer prähospitalen Notfallnarkose

Eine Zusammenfassung der Durchführung und des Ablaufs einer prähospitalen Notfallnarkose als Phasenmodell bieten Tabelle 5, Abbildung 1 und Abbildung 2.

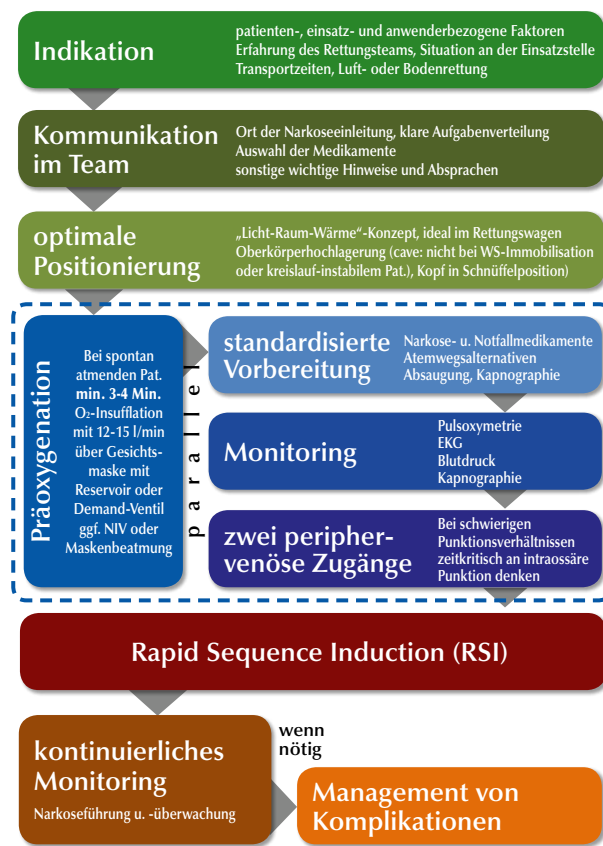
Während der Vorbereitung der Narkose- und Notfallmedikamente und des Equipments zur Atemwegssicherung und Beatmung durch das rettungsdienstliche Fachpersonal wird unmittelbar nach Entscheidung zur Narkosedurchführung, die Präoxygenierung begonnen (Abb. 1). Um einen Abfall der Sauerstoffsättigung während der Narkoseeinleitung und Atemwegssicherung zu verhindern bzw. das Zeitintervall bis zum Abfall der Sauerstoffsättigung zu verlängern (Apnoetoleranz), wird der spontanatmende Notfallpatient, wann immer vertretbar, für 3-4 min präoxygeniert [61,74,85]. Die Präoxygenierung soll ausschließlich mit 100% Sauerstoff mittels Gesichtsmaske oder einer dicht sitzenden Maske des Beatmungsbeutels jeweils mit Sauerstoffreservoir (mindestens 12-15 l O₂/min) oder – noch effektiver – durch Verwendung eines Demand-Ventils oder einer nicht-invasiven Beatmung (NIV) erfolgen [85]. Eine Gesichtsmaske ohne Reservoir ist auch bei höchstmöglichem Sauerstofffluss zur Präoxygenierung nicht ausreichend.

Parallel zur Präoxygenierung werden das notwendige Monitoring zur optimalen Überwachung komplettiert und nach Anweisung des Notarztes die Narkose- und Notfallmedikamente aufgezogen. Zum Standardmonitoring gehören das Elektrokardiogramm (3-Kanal-

Tabelle 5

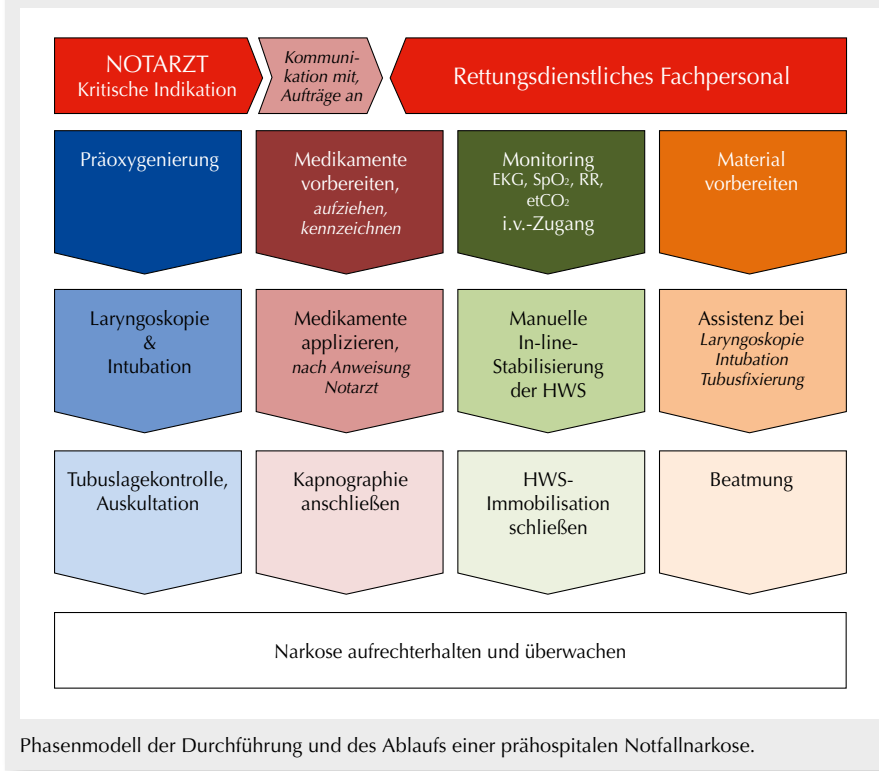
Standardisierte Durchführung einer Notfallnarkose	
1.	Kritische Indikationsstellung zur Durchführung einer Notfallnarkose
2.	Kommunikation der Indikation einer Notfallnarkose an alle Teammitglieder
3.	Optimierung der Umgebungsbedingungen (z.B. Verbringen in den Rettungswagen, Kopfposition)
4.	Unmittelbarer Beginn mit der Präoxygenierung beim spontanatmenden Patienten
5.	Vorbereitung der Narkosemedikamente und des Equipments zur Atemwegssicherung (Tab. 4)
6.	Monitoring des Patienten (Anlegen von EKG, SpO ₂ , NIBP automatisch, Kapnographie bereithalten)
7.	Zwei sichere periphervenöse Zugänge mit lauffähiger Infusionslösung (wenn möglich)
8.	Rapid-Sequence-Induction: <ul style="list-style-type: none"> - Ggf. Aufhebung der HWS-Immobilisation und manuelle Inline-Stabilisation beginnen - Ansage der Narkosemedikamente mit Wirkstoff und Dosierung, Applikation Schritt für Schritt - Abwarten von Bewusstseinsverlust und Relaxanzienwirkung - Atemwegssicherung ohne Zwischenbeatmung bei normoxämien Patienten - Tubuslagekontrolle (Kapnographie, Auskultation, Einführungstiefe) - ggf. manuelle Inline-Stabilisation beenden und HWS-Immobilisationsschiene wieder schließen
9.	Kontinuierliches Monitoring inkl. kontinuierlicher Kapnographie und Beatmungsgeräteeinstellung
10.	Narkoseaufrechterhaltung und Überwachung
11.	Erkennen und Behandeln von Vitalfunktionsstörungen
12.	Ggf. Management von Komplikationen

Abbildung 1



Schematische Darstellung der Durchführung und des Ablaufs einer prähospitalen Notfallnarkose.

Abbildung 2



EKG: Herzfrequenz und -rhythmus), die Kapnographie, eine engmaschige automatische Blutdruckmessung (mindestens alle 3 Minuten) und die Puls-oxymetrie (SpO₂; Pulsfrequenz und Sauerstoffsättigung). Um unter Zeitdruck Verwechslungen aufgezogener Medikamente zu vermeiden, empfiehlt die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) die Verwendung standardisierter selbstklebender Spritzenetiketten [21,57].

Zur Regurgitationsprophylaxe erfolgt, wenn keine Kontraindikationen vorliegen (z.B. Wirbelsäulenimmobilisation beim Traumapatienten, hämodynamisch instabiler Patient), eine Oberkörperhochlagerung (z.B. achsengerecht).

Nach Prüfung der vorhandenen venösen Gefäßzugänge beginnt die Narkoseeinleitung gemäß Teamabsprache und Aufgabenverteilung.

Nach Nennung der Medikamente und der Dosierung (in ml oder mg) durch den Notarzt erfolgen die Bestätigung durch das rettungsdienstliche Fachpersonal

und die entsprechende Applikation. Bei HWS-immobilisierten Patienten erfolgt jetzt die Öffnung des Immobilisationskragens unter manueller In-line-Stabilisierung (MILS) durch einen Helfer [74]. Nach Eintritt des Bewusstseinsverlustes und Anschlagen der Muskelrelaxation erfolgt die Atemwegssicherung, beim Erwachsenen üblicherweise ohne Zwischenbeatmung. In Einzelfällen kann eine Zwischenbeatmung trotz erhöhten Aspirationsrisikos notwendig sein, um die Oxygenierung aufrechtzuerhalten (z.B. ausgeprägte respiratorische Insuffizienz) [26,85]. Der früher propagierte Krikoiddruck (sog. Sellick-Manöver) wird vor dem Hintergrund fehlender evidenzbasierter Daten zur positiven Wirkung und einer potenziellen Verschlechterung des Intubationssitus nicht mehr empfohlen [26,75,80]. Der Endotrachealtubus bzw. das Hilfsmittel zur supraglottischen Atemwegssicherung (SGA, z.B. Larynxmaske, Larynx-tubus) wird unmittelbar nach Einbringen geblockt, die korrekte Lage geprüft und eine Fixierung durchgeführt.

Prähospital stehen für die Intubation zwei Verfahren zur Verifikation der endotrachealen Tubuslage zur Verfügung [36]: (1) visuell per direkter Laryngoskopie oder Videolaryngoskopie, (2) Kapnometrie/Kapnographie. Die Vorhaltung eines Messgerätes für das endtidale Kohlenstoffdioxid (etCO₂) ist auf allen Rettungsfahrzeugen vorgeschrieben (DIN EN 1789) und obligat einzusetzen. Die Kapnographie bietet die entscheidende Information über eine stattfindende Ventilation und damit über die Lage von Tubus bzw. SGA. Weiterhin können durch den Verlauf des etCO₂ auch akute Veränderungen des Herzzeitvolumens früher als mit anderen im Rettungsdienst zur Verfügung stehenden Methoden erkannt werden. Darüber hinaus werden Dislokationen, Diskonnektionen und Abknicken des Beatmungsschlauches bei der kontinuierlichen Kapnographie erfasst. Vor dem Hintergrund der katastrophalen Folgen einer nicht erkannten ösophagealen Fehlintubation muss die Tubuslagekontrolle heute obligat mittels Kapnographie erfolgen („100% Kapnographierate“). Diese schließt eine zu tiefe (endobronchiale) Lage der Tubusspitze jedoch nicht aus, weswegen beidseitige Thoraxexkursionen sowie ein beidseitig auskultierbares Ventilationsgeräusch die korrekte Insertionstiefe anzeigen können (korrekte Insertionstiefe ab Zahnreihe: Frau: ca. 20-21 cm, Mann ca. 22-23 cm) [72].

Während der gesamten Narkosedauer muss das Standardmonitoring kontinuierlich genutzt werden, um eine fachgerechte Überwachung zu gewährleisten und Veränderungen des Vitalstatus zu erkennen und behandeln zu können.

1.3.4 Management von Komplikationen und Problemen

Die Durchführung einer Notfallnarkose ist risikobehaftet. Deshalb müssen Komplikationen rasch erkannt, strukturiert und konsequent angegangen und beseitigt werden:

Unzureichende Narkosetiefe: Kommt es im Rahmen der Narkoseeinleitung zu einem Laryngo-/Bronchospasmus bzw. im Rahmen des Atemwegsmanagements zu Abwehrbewegungen, so sind die Ma-

nipulationen am Patienten einzustellen und eine medikamentöse Narkosevertiefung (ggf. Muskelrelaxierung) durchzuführen. Üblicherweise sistieren die Abwehrbewegungen und der Laryngo-/Bronchospasmus mit vertiefter Narkose. Eine Zwischenbeatmung bei der Rapid-Sequence-Induction des Erwachsenen ist möglich, da die Hypoxie gefährlicher ist als eine Aspiration.

Hypotension: Eine passagere Hypotension tritt mit einer Inzidenz von 7-18% im Rahmen einer prähospitalen Narkoseeinleitung auf [58,60]. Entsprechend wichtig ist die Verwendung des Standardmonitorings mit engmaschiger, automatischer oszillometrischer Blutdruckmessung. Eine akute Hypovolämie verstärkt die Neigung zur Hypotension. Zur Therapie einer Hypotension stehen neben einer Volumengabe Cafedrin/Theodrenalin, Noradrenalin oder ggf. Adrenalin zur Verfügung. Die entsprechenden Medikamente müssen vor Narkoseeinleitung vorbereitet werden. Zusätzlich muss der Volumenhaushalt durch geeignete Infusionslösungen korrigiert werden. Differentialdiagnostisch ist u.a. an eine Herzinsuffizienz zu denken, insbesondere bei entsprechend vorerkrankten Patienten.

Allergische Reaktionen: Einige Narkosedikamente können in seltenen Fällen eine Histaminliberation und/oder eine allergische Reaktion verursachen. Die übliche antiallergische Therapie kommt zur Anwendung: Vermeidung/Stoppp des auslösenden Agens, je nach Ausprägung Gabe von Glukokortikoid, H₁/H₂-Blocker, Volumentherapie und Adrenalin.

Blutung im Mund-/Nasen-/Rachenraum und Aspiration: Bei der prähospitalen Narkoseeinleitung ist die Inzidenz von Blutungen/Sekreten im Mund-/Nasen-/Rachenraum sowie Aspirationen von Erbrochenem mit 14-20% [34] wesentlich höher als bei Narkoseeinleitungen im Krankenhaus. Für die Durchführung einer modifizierten Rapid-Sequence-Induction muss daher immer ein funktionsfähiger Absauger bereitstehen.

Hypoxie: Die Inzidenz einer Hypoxie im Rahmen einer Narkoseeinleitung beträgt im außerklinischen Bereich

etwa 5-18% [35,58,60]. Bereits eine kurze Hypoxieepisode steigerte bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT) die Letalität um das 2,6-fache [15]. Die Hypoxie persistiert oftmals über einen längeren Zeitraum, und bei der Durchführung einer Rapid-Sequence-Induction ist ihre Inzidenz erhöht [35]. Um optimale Ausgangsvoraussetzungen zu schaffen, sollte eine sachgerechte Präoxygenierung durchgeführt werden [85]. Hypoxien können insbesondere bei nicht erfolgreicher oder prolongierter Atemwegssicherung auftreten [35].

Nicht-mögliche Mundöffnung: Vor Narkoseeinleitung sollte eine ausreichende Mundöffnung überprüft werden (möglichst zwei Querfinger). Besteht keine ausreichende Mundöffnung, so muss die Indikation zur Narkoseeinleitung kritisch überdacht werden. Stellt sich dann ein mechanisches Problem als Ursache für die eingeschränkte Mundöffnung heraus, so wird versucht, eine SGA zu platzieren. Ist dies nicht innerhalb kurzer Zeit möglich, sollte überbrückend eine vorsichtige Maskenbeatmung durchgeführt werden. Im Sinne der „Vorwärtsstrategie“ (s.u.) muss als Ultima Ratio eine Notfallkoniotomie erfolgen [39,79].

Schwieriges Atemwegsmanagement: An dieser Stelle wird auf die DGAI-Handlungsempfehlungen zum prähospitalen Atemwegsmanagement und andere Literaturstellen verwiesen [39,79]. Die Inzidenz einer lebensgefährlichen „cannot ventilate, cannot intubate“-Situation liegt in der Anästhesie im OP bei etwa 0,4% [46], in der prähospitalen Phase jedoch deutlich höher [66]. Diese seltenen Probleme besitzen das Potenzial, innerhalb kürzester Zeit zum Tod des Patienten zu führen [36]. In der klinischen Anästhesie bleibt bei elektiven Eingriffen in solchen Fällen die Option, zur Spontanatmung zurückzukehren, die jedoch auch bei der Verwendung des kurz wirksamen Succinylcholin nur selten gelingt [3]. Wurde mit Rocuronium relaxiert, kann mit Sugammadex eine Reversierung (innerhalb ca. 3-4 min) erreicht werden, die schneller ist als die Spontanerholung nach Succinylcholin [73]. Wurde die Indikation zur präklinischen Narkose und Beatmung

richtig gestellt, bleibt diese Option jedoch nur theoretisch und ist in den Algorithmen zur präklinischen Atemwegsicherung und prähospitalen Narkose nicht abgebildet („Vorwärtsstrategie“).

Auch das Management des unerwartet schwierigen Atemwegs in der prähospitalen Phase orientiert sich an der DGAI-Handlungsempfehlung „präklinisches Atemwegsmanagement“ [79]: Neben einer adäquaten Einschätzung des Intubationssitus zur Problemvermeidung bestehen die eskalierenden Stufen des Managements aus Maskenbeatmung, der Verwendung von SGAs und ggf. chirurgischen Verfahren zur Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung.

Die beste Möglichkeit, das Risiko im Rahmen einer Narkose für einen unerwartet schwierigen Atemweg zu reduzieren, ist die frühzeitige Identifikation von Patienten mit schwierigem Atemweg. Dementsprechend besitzen Prädiktoren vor Narkosebeginn eine sehr große Bedeutung (Tab. 6). Liegen einige dieser Prädiktoren vor, sollte die Indikation zur Narkoseeinleitung sehr kritisch gestellt und geprüft werden, ggf. muss sie auch nach Risiko-Nutzen-Analyse unterlassen werden. Falls irgendwie möglich, sollte Hilfe hinzugerufen oder der Patient unter erhaltender Spontanatmung und Voranmeldung einer Notaufnahme zugeführt werden [36]. Bereits der subjektive Eindruck der Physiognomie hilft erfahrenen Anästhesisten einen schwierigen Atemweg abzuschätzen [18]. Um in derartigen Fällen optimale Intubations-

Table 6

Risikofaktoren für das Vorliegen eines schwierigen Atemweges (nach [46])

Erkrankungen/Verletzungen:

Polytrauma, (Mittel-)Gesichtstrauma, Schlafapnoe-Syndrom

Patientencharakteristika:

Barträger, kurzer/kräftiger Hals, reduzierte Mobilität im HWS-Bereich, Schwangerschaft, Adipositas (BMI >30 kg/m²), Mallampati-Score III und IV, reduzierter thyromentaler Abstand, Männer, vorausgegangene Bestrahlung/Operationen im Bereich des Halses

bedingungen zu erlangen, sollte die Narkoseeinleitung aus Sicht der Autoren unter Verwendung eines Muskelrelaxanz erfolgen, v.a. da die Rückkehr zur Spontanatmung bei richtiger Indikationsstellung nur eine theoretische Option darstellt („Vorwärtsstrategie“).

Alternativmöglichkeiten der Atemwegssicherung: Die Inzidenz einer primär nicht möglichen endotrachealen Intubation liegt in der prähospitalen Notfallmedizin deutlich höher als im innerklinischen Bereich [60]. Da von nicht-nüchternen Patienten ausgegangen wird, müssen im Falle einer unmöglichen primären Intubation alternative Methoden zur Atemwegssicherung unter hohem Zeitdruck durchgeführt werden. Die Schaffung von optimalen Ausgangsbedingungen (suffiziente Präoxygenierung) und die Verwendung eines Führungsstabs sind essentiell [36]. Das BURP („backward-upward-rightward-pressure“-)Manöver und die Lagerung des Patienten in der verbesserten Jackson-Position können als zwei einfache, nicht-medikamentöse Möglichkeiten die Sicht auf den Kehlkopfeingang optimieren [11]. Obwohl mit mehreren Intubationsversuchen der Endotrachealtubus meist korrekt platziert werden kann, steigt mit jedem weiteren Intubationsversuch das Komplikationsrisiko an [68]. Ist die Sicht auf den Kehlkopfeingang (Cormack/Lehane-Klassifikation) schlecht, muss geprüft werden, ob eine Muskelrelaxierung durchgeführt wurde und diese ggf. umgesetzt werden.

Das weitere Management bei nicht-möglicher endotrachealer Intubation erfordert ein rasches, prioritätenorientiertes Vorgehen mit dem Ziel, eine Hypoxie und damit eine nachhaltige Schädigung des Patienten zu verhindern [36,79]:

- Oxygenierung sicherstellen, Ziel: $\text{SpO}_2 \geq 90\%$.
Erste Maßnahme: vorsichtige Maskenbeatmung (ggf. mit 2 Helfern), auch beim potenziell nicht-nüchternen Patienten
- Intubationskatheter können – sofern verfügbar – bei schlechter Einstellbarkeit des Kehlkopfeingangs helfen, die Trachea zu intubieren.

- SGA sollten bei fehlender Sicht auf die Stimmbandebene zum Einsatz kommen (z.B. Larynxmaske, Larynx-tubus); die frühzeitige Verwendung reduziert die Komplikationsrate beim Atemwegsmanagement [59].
- Videolaryngoskope können zur Erleichterung der Laryngoskopie verwendet werden. Die Erfolgsrate der videolaryngoskopischen Intubation in der Anästhesie im OP und im prähospitalen Setting [12,39] wird als hoch beschrieben, die Zeitdauer bis zur Atemwegssicherung ist aber mitunter länger und der Erfolg in Nicht-Standard-situationen ist in einzelnen Publikationen geringer [88,89].
- Eine Notfallkoniotomie muss im Sinne der Vorwärtsstrategie bei Misslingen der oben genannten Maßnahmen als Ultima Ratio zur Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung durchgeführt werden; deren Erfolgsrate und Inzidenz ist jedoch unklar [33].
- Der Anwender muss über ausreichende Übung, Ausbildung und Routine im Umgang mit den mitgeführten (Atemwegs-) Hilfsmitteln verfügen [5].

1.4 Narkosekonzepte für häufige Notfallsituationen

1.4.1 Das schwere Trauma/ Polytrauma

Der polytraumatisierte Patient bietet im Hinblick auf die Narkoseeinleitung und -führung einige Besonderheiten:

- ungünstige Auffindesituation (z.B. Einklemmung in Kraftfahrzeugen, Baustelle),
- erschwerte Gefäßzugänge bei Hypovolämie, Hypothermie und Vaskonstriktion,
- latenter/akuter/perakuter Volumenmangel durch Hämorrhagie mit Kreislaufinstabilität,
- Mangel an Sauerstoffträgern mit Hypoxiegefahr,
- die Atemwegssicherung erschwerte Verletzungen.

Volumenmangel/Kreislaufinstabilität: Infolge einer Hämorrhagie befinden sich polytraumatisierte Patienten häufig

bereits in einem latenten Volumenmangel. Dieser kann durch Kompensationsmechanismen (v.a. bei jungen gesunden Patienten) oder durch Dauermedikation (z.B. Betablockade beim älteren Patienten) zunächst kompensiert oder verdeckt sein [83]. Durch die kreislaufdepressive Nebenwirkung vieler Narkosemedikamente können nach Narkoseinduktion unmittelbar relevante Hypotensionen auftreten. Ist ein latenter Volumenmangel wahrscheinlich, wird bereits vor Narkoseinduktion eine Volumengabe empfohlen. Ketamin als Anästhetikum bietet sich bei offensichtlich hypovolämen Patienten aufgrund der geringen kreislaufdepressiven Wirkung besonders an. Parallel kann der Einsatz von Katecholaminen (z.B. Noradrenalin in 10 µg-Boli i.v.) notwendig werden. Die Toleranz niedrig normaler Blutdruckwerte („permissive Hypotension“) gilt lediglich für Patienten ohne SHT mit Blutungen aus nicht komprimierbaren penetrierenden Verletzungen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass nicht nur bei Patienten mit SHT, sondern auch bei Patienten mit stumpfem Trauma ohne SHT ab einem systolischen Blutdruck von <110 mmHg die Letalität steigt [31].

Reduzierte Oxygenierung: Traumapatienten weisen häufig Hämorrhagien mit erniedrigtem Hämoglobingehalt auf. Das Monitoring der Oxygenierung ist prähospital für diese Situationen jedoch nur eingeschränkt geeignet, da die Pulsoxymetrie nur den Anteil des oxygenierten Hämoglobins bestimmt. Um auch den physikalisch gelösten Sauerstoff für den effektiven arteriellen Sauerstoffgehalt nutzbar zu machen, sollte daher die Beatmung von polytraumatisierten Patienten (bis zur Aufnahme in den Schockraum und nachfolgender arterieller Blutgasanalyse) mit 100% Sauerstoff erfolgen [74]. Die Einstellung der Beatmung sollte unter intensivmedizinischen Gesichtspunkten erfolgen (Tidalvolumen max. 6 ml/kg Idealkörpergewicht, Beatmungsfrequenz initial 12-16/min, PEEP 5-10 cmH₂O (cave: Hypotensionsneigung bei Hypovolämie durch verminderten venösen Rückfluss), I:E=1:1-1:1,5).

Tabelle 7

Notfallnarkose beim schwerverletzten Patienten	
Fallbeispiel: Z.n. Verkehrsunfall, 26 Jahre, männlich, RR _{sys} 100 mmHg, HR 110/min, S _p O ₂ 86%, Gewicht ca. 70 kg, Schädel-Hirn-Trauma, Thoraxtrauma, Oberschenkelfraktur rechts offen, Fraktur des oberen Sprunggelenks links, bei Eintreffen des Notarztes im Fahrzeug eingeklemmt.	
• Analgosedierung zur Technischen Rettung unter erhaltener Spontanatmung:	Midazolam 3 mg i.v. + Esketamin 25 mg i.v. (ggf. 10 mg repetitiv etwa alle 20 min.) + Volumengabe mittels geeigneter Infusionslösung i.v.
• Narkosevorbereitung und Präoxygenierung	
• Narkoseeinleitung*	Thiopental 200 mg oder Midazolam 7 mg oder Propofol 100 mg i.v. + Esketamin 100 mg oder Fentanyl 0,2 mg oder Sufentanil 20 µg i.v. + Rocuronium 70-100 mg oder Succinylcholin 100 mg i.v.
• Atemwegssicherung*	ggf. Narkosevertiefung mit Midazolam 3-5 mg i.v.
• Narkoseaufrechterhaltung*	Midazolam 3-5 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min) + Esketamin 20 mg (repetitiv etwa alle 20 min) oder Fentanyl 0,15 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min) + Rocuronium 20 mg i.v. (repetitiv 20 mg alle 20 min)

* Kreislaufunterstützung mit Noradrenalin mit je 10 µg-Boli je nach Ziel-RRsys oder per Perfusor.

Kreislaufinsuffizienter Patient: Grundsätzlich sind zwei Vorgehensweisen beim Polytrauma mit hämodynamischer Instabilität möglich:

- **Variante 1:** Titrierte Dosierung der Hypnotika im Bereich der unteren empfohlenen Dosierung, um die kardiozirkulatorische Stabilität des polytraumatisierten Patienten nicht weiter zu beeinträchtigen, aber Narkoseinduktion unter Vollrelaxation.
- **Variante 2:** Ketamin-basierte Narkose mit geringer kreislaufdepressiver Nebenwirkung.

Beide Varianten erfordern eine vollständige Muskelrelaxation (insbesondere bei begleitendem SHT), um optimale Intubationsbedingungen zu gewährleisten und um Hirndruckspitzen durch Husten oder Pressen zu vermeiden. Beide Varianten sind mit Vor- und Nachteilen assoziiert: Während bei einer flachen Narkose stets das Risiko einer Awareness besteht, steigert der Einsatz von Ketamin die Herzfrequenz, den Blutdruck und die Herzauswurfleistung (und damit den myokardialen Sauerstoffbedarf) des Patienten [76]. Aus diesen Überlegungen heraus bietet sich am ehesten eine Kombinationsnarkose an. Ein Vorschlag für ein Standardvorgehen zur prähospitalen Notfallnarkose beim schweren Trauma (Polytrauma) unter Berücksichtigung

einer geeigneten Medikamentenauswahl findet sich in Tabelle 7.

1.4.2 Isoliertes Neurotrauma, Schlaganfall, intrakranielle Blutung

Eine Notfallnarkose bei Patienten mit isoliertem Neurotrauma, Schlaganfall oder intrakranieller Blutung ist, insbesondere vor dem Hintergrund einer Vigilanzstörung mit Hypoxie- und Aspirationsgefahr, zur Atemwegssicherung notwendig. Ein Vorschlag für ein Standardvorgehen zur prähospitalen Notfallnarkose bei isoliertem Neurotrauma, Schlaganfall oder intrakranieller Blutung

unter Berücksichtigung einer geeigneten Medikamentenauswahl findet sich in Tabelle 8. Im Rahmen des allgemeinen Managements sollten auf eine Oberkörperhochlagerung und eine Kopffixierung in Neutralposition geachtet werden. Wesentliche Kriterien der Narkoseführung bei Patienten mit isoliertem Neurotrauma, Schlaganfall oder intrakranieller Blutung sind ein adäquates Blutdruckmanagement, eine Normoventilation, die Verhinderung von Hypoxie und Hypotension sowie von Husten und Pressen. Noradrenalin sollte zur fraktionierten intravenösen Gabe in 10 µg-Boli bei der Einleitung zur Verfügung stehen und nachfolgend ggf. auch per Perfusor appliziert werden.

Neurotrauma: Der Blutdruck als Surrogatparameter des zerebralen Perfusionsdrucks wird beim Neurotrauma als ein entscheidender prognostischer Faktor akzeptiert. Voraussetzung ist eine engmaschige automatische Blutdruckmessung. Obwohl exakte Zielbereiche des Blutdrucks nach derzeitigem Wissensstand nicht angegeben werden können, wird als absolute Untergrenze ein systolischer Blutdruck von 90 mmHg angesehen [9]. Selbst kurze Phasen unterhalb dieser kritischen Grenze können die Letalität beim Neurotrauma erhöhen. Anzustreben sind wahrscheinlich deutlich höhere Werte mit einem arteriellen Mitteldruck von 90 mmHg oder systolischen Blutdruck über 120 mmHg [9,43].

Tabelle 8

Notfallnarkose bei Neurotrauma/Schlaganfall/intrakranieller Blutung	
Fallbeispiel: 65 Jahre, weiblich, RR _{sys} 160 mmHg, HR 70/min, S _p O ₂ 92%, Gewicht ca. 70 kg, im Bett vom Ehemann liegend aufgefunden worden, Erbrochenes liegt auf der Decke, Pupillendifferenz rechts > links, GCS 6.	
• Narkosevorbereitung und Präoxygenierung	
• Narkoseeinleitung*	Thiopental** 300 mg oder Propofol 140 mg i.v. + Fentanyl 0,2 mg oder Sufentanil 20 µg oder Esketamin 100 mg i.v. + Rocuronium 70-100 mg oder Succinylcholin 70 mg i.v.
• Atemwegssicherung*	ggf. Narkosevertiefung mit Midazolam 3-5 mg i.v.
• Narkoseaufrechterhaltung*	Midazolam 3-5 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min) + Fentanyl 0,15 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min)

* Kreislaufunterstützung mit Noradrenalin mit je 10 µg-Boli je nach Ziel-RRsys oder per Perfusor

** Barbiturate sind die klassischen Anästhetika zur Senkung des intrakraniellen Drucks und sollten (wenn möglich) auch durch den Notarzt bevorzugt werden.

Schlaganfall/intrakranielle Blutung: Eine Differenzierung zwischen zerebraler Ischämie und Blutung ist prähospital nicht möglich. In der Penumbra um den Infarktkern sind der zerebrale Blutfluss reduziert und die Autoregulation aufgehoben. Das Überleben der Nervenzellen hängt somit unmittelbar vom systemischen Blutdruck ab, und Blutdruckabfälle sollten in der Akutphase unbedingt vermieden werden [1,27]. Ein Zielwert von 180 mmHg systolisch und 100-105 mmHg diastolisch wird für Patienten mit vorbestehendem Bluthochdruck empfohlen. Patienten, die keinen Bluthochdruck in der Anamnese aufweisen, sollten auf niedrigere Werte eingestellt werden (RR_{sys}/dia: 140-180/90-100 mmHg). Systolische Werte über 220 mmHg und diastolische Werte über 120 mmHg sollten in jedem Fall vorsichtig gesenkt werden [1,27]. Wenn nach Narkoseinduktion Zeichen einer Hirndruckkrise (z.B. Anisokorie, Cushing-Reflex) weiter bestehen, so können eine Narkosevertiefung (z.B. Thiopental- oder Propofol-Bolus), Mannitolgabe bzw. kurzzeitige Hyperventilation gemäß den Leitlinienempfehlungen erfolgen.

1.4.3 Der kardiale Risikopatient

Eine Notfallnarkose kann beim kardialen Risikopatienten infolge einer akuten Herzinsuffizienz (z.B. Lungenödem) oder beim Auftreten eines anderen Notfallereignisses (z.B. Trauma) notwendig werden. Bei einer Oxygenierungsstörung (z.B. Linksherzinsuffizienz mit konsekutivem Lungenödem) muss zur Präoxygenierung vor Narkoseeinleitung die Möglichkeit einer nichtinvasiven Ventilation unter vorsichtiger Sedierung geprüft werden [85]. Insbesondere bei Oxygenierungsstörungen sollte der spontanatmende kardiale Risikopatient ausgiebig präoxygeniert werden. In der Auswahl sollten Narkosemedikamente mit geringem Einfluss auf das Herz-Kreislaufsystem (Veränderungen von Inotropie, Vor- und Nachlast) präferiert werden (z.B. Midazolam, Etomidat, Fentanyl, Sufentanil) (Tab. 9) [87]. Häufig benötigt der kardiale Risikopatient

Tabelle 9

Notfallnarkose beim kardialen Risikopatienten	
Fallbeispiel: 76 Jahre, männlich, bekannte koronare Dreifäßerkrankung, Gewicht ca. 70 kg Variante 1: hypertensive Krise und konsekutives Lungenödem, RR _{sys} 190 mmHg, HR 110/min, S _p O ₂ 84%, Versagen der nicht-invasiven Beatmung (NIV). Variante 2: kardiogener Schock, RR _{sys} 80 mmHg, HR 150/min, S _p O ₂ 83%.	
Fallvariante 1*:	
• Narkosevorbereitung und Präoxygenierung	
• Narkoseeinleitung:	Fentanyl 0,2 mg oder Sufentanil 20 µg i.v. + Etomidat 20 mg i.v. + Rocuronium 70-100 mg oder Succinylcholin 70 mg i.v.
• Atemwegssicherung	ggf. Narkosevertiefung mit Midazolam 3-5 mg i.v.
• Narkoseaufrechterhaltung:	Fentanyl 0,1 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.) + Midazolam 3-5 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.)
Fallvariante 2*:	
• Narkosevorbereitung während Präoxygenierung mit 100% O ₂ über dicht aufgesetzte Gesichtsmaske mit Sauerstoffreservoir für 3-4 min bzw. Fortsetzung der nicht-invasiven Beatmung (NIV)	
• Narkoseeinleitung:	Fentanyl 0,2 mg oder Sufentanil 20 µg i.v. + Midazolam 7 mg i.v. + Rocuronium 70-100 mg oder Succinylcholin 70 mg i.v.
• Atemwegssicherung	ggf. Narkosevertiefung mit Midazolam 3-5 mg i.v.
• Narkoseaufrechterhaltung:	Fentanyl 0,1 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.) + Midazolam 3-5 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.)

* Kreislaufunterstützung mit Noradrenalin mit je 10 µg-Boli je nach Ziel-RR_{sys}, ggf. Perfusor.

flankierend zur Narkoseeinleitung und nachfolgend im Rahmen der Narkoseaufrechterhaltung bei Wegfall der sympathoadrenergen Stimulation Katecholamine zur Kreislaufunterstützung. Noradrenalin bzw. Adrenalin sollten zur fraktionierten intravenösen Gabe in 10 µg-Boli bei der Einleitung zur Verfügung stehen und nachfolgend ggf. auch per Perfusor appliziert werden können.

1.4.4 Der respiratorisch insuffiziente Patient

Ursachen, die eine prähospital Narkoseeinleitung bei respiratorisch insuffizienten Patienten erforderlich machen, sind vielfältig. Die zugrunde liegenden Störungen sind akute Obstruktionen (z.B. Asthma, COPD), akute Oxygenierungs- (z.B. Lungenödem) und/oder Ventilationsstörungen (Hyperkapnien). Dieses Patientenkollektiv weist als Risikofaktoren häufig vorbestehende Lungenerkrankungen und kardiovaskuläre Vorerkrankungen, ein hohes Alter, einen Nikotinabusus, eine Reduktion des Allgemeinzustandes bei chronischem Krankheitsverlauf und akute Infektionen als Auslöser des Ereignisses auf. Bei Vor-

liegen von Ventilationsstörungen kann im Rahmen der ausreichenden Präoxygenierung und Einleitungsphase eine assistierte Beatmung (ggf. auch NIV) unter Analgosedierung (z.B. Morphin) erforderlich sein [85,91]. Zur Narkoseeinleitung sollten Substanzen mit kurzer Anschlagszeit verwendet werden (Tab. 10) [10,61]. Idealerweise sollte die Narkoseinduktion unter Verwendung von Muskelrelaxanzien erfolgen [42]. Günstig ist eine tiefe Narkose mit Medikamenten mit bronchodilatatorischer/antibakterieller Wirkung (z.B. Propofol, Ketamin), die keine Atemwegsirritationen auslösen, die glatte Atemwegsmuskulatur relaxieren und zu keiner Histaminfreisetzung führen [49,82]. Wegen der medikamentenassoziierten Nebenwirkungen sollten Thiopental, Atracurium, Mivacurium und Pancuronium vermieden werden.

1.5 Medikamente für die Notfallnarkose

Hypnotika, Analgetika und Muskelrelaxanzien werden auf den Rettungsmitteln in einer großen Heterogenität und stand-

Tabelle 10

Notfallnarkose beim respiratorisch insuffizienten Patienten	
Fallbeispiel: 75 Jahre, weiblich, seit 5 Tagen im heimatlichen Umfeld zunehmend produktiver grünlicher Auswurf, Fieber, linksbasale Rasselgeräusche mit dringendem V.a. Pneumonie, RR _{sys} 140 mmHg, HR 110/min, S _p O ₂ 84%, Gewicht ca. 70 kg, zunehmende Somnolenz trotz nicht-invasiver Beatmung.	
Narkosevariante 1*:	
• Narkosevorbereitung und Präoxygenierung	
• Narkoseeinleitung:	Fentanyl 0,2 mg oder Sufentanil 20 µg i.v. + Propofol 110-160 mg oder Etomidat 20 mg i.v. + Rocuronium 70-100 mg oder Succinylcholin 100 mg i.v.
• Atemwegssicherung	ggf. Narkosevertiefung mit Midazolam 3-5 mg i.v.
• Narkoseaufrechterhaltung:	Fentanyl 0,15 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.) + Midazolam 3-5 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.)
Narkosevariante 2*:	
• Narkosevorbereitung mit Präoxygenierung	mit 100% O ₂ über dicht aufgesetzte Gesichtsmaske mit Sauerstoffreservoir für 3-4 min bzw. Fortsetzung der nicht-invasiven Beatmung (NIV)
• Narkoseeinleitung:	Esketamin 35-100 mg i.v. + Midazolam 7 mg i.v. + Rocuronium 70-100 mg oder Succinylcholin 100 mg i.v.
• Atemwegssicherung	ggf. Narkosevertiefung mit Midazolam 3-5 mg i.v.
• Narkoseaufrechterhaltung:	Esketamin 20 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.) + Midazolam 3-5 mg i.v. (repetitiv etwa alle 20 min.)

* Kreislaufunterstützung mit Noradrenalin mit je 10 µg-Boli je nach Ziel-RR_{sys}, ggf. Perfusor.

ortabhängig vorgehalten [20,56,67]. Bei der Auswahl der Medikamente im Rahmen der Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung sollten die eigenen Kenntnisse im Umgang mit den Substanzen, die Verfügbarkeit, die jeweiligen pharmakologischen Eigenschaften und die Patientencharakteristika berücksichtigt werden. Pharmakokinetisch und -dynamisch optimale Medikamente für eine Notfallnarkose haben eine rasche Anschlagzeit, kurze Wirkdauer, geringgradige/keine hämodynamischen Effekte, geringe/keine Nebenwirkungen und weisen eine rasche Reversibilität auf [76]. Nachfolgend wird eine Übersicht zu den gebräuchlichsten Medikamenten im Rahmen der notfallmedizinischen Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung gegeben. Insgesamt ist zu beachten, dass gerade bei kritisch kranken bzw. schwerverletzten oder sogar kardiopulmonal instabilen Patienten die zur Narkose eingesetzten Medikamente sehr vorsichtig bzw. titrierend eingesetzt werden sollten, um ungewollte Hypotensionen oder kardiale Dekompensationen bis hin zum Herz-Kreislaufstillstand zu vermeiden.

1.5.1 Hypnotika

Propofol: Das rein hypnotisch wirksame Propofol (2,6-Diisopropylphenol) ist im Krankenhaus mittlerweile das wohl verbreitetste Einleitungshypnotikum [22]. Propofol kann neben einer Atemdepression auch zu einem Blutdruckabfall durch seine negativ-inotrope Wirkung und einen verminderten peripheren Gefäßwiderstand führen (cave: Reduktion des zerebralen Perfusionsdrucks bei SHT) [25,41,47]. Diese unerwünschten Wirkungen sind bei hypovolämischen Patienten verstärkt. Vorsicht ist somit bei kardiovaskulärer Insuffizienz und

Hypovolämie geboten [22,90]. Propofol ist für die Rapid-Sequence-Induction geeignet, dies ist aber nur an kreislaufstabilen Patienten nachgewiesen worden [90]. Propofol wird als gleichwertige Alternative zur Barbituratnarkose zum Durchbrechen eines Status epilepticus beschrieben [86]. Propofol vermindert wie auch Barbiturate den zerebralen Blutfluss und führt somit zu einer Reduktion des intrakraniellen Drucks auch beim isolierten SHT. Aufgrund der engen therapeutischen Breite von Propofol ist die Dosierung abhängig von der Komorbidität und der verwendeten Opioiddosis. Deshalb ist die Verwendung nur durch erfahrene Anwender zu empfehlen [22]. Aufgrund der kurzen Halbwertszeit von Propofol müssen eine repetitive Gabe oder eine alternative Medikation zur Narkoseaufrechterhaltung erfolgen. Das sog. Propofol-Infusionssyndrom ist für die Notfallmedizin nicht relevant. Eine Übersicht zu den wichtigsten Charakteristika von Propofol bietet Tabelle 11.

Etomidat: Etomidat wirkt rein hypnotisch. Die hämodynamische Stabilität mit guten Intubationsbedingungen ist eines der wichtigsten Argumente für die Verwendung von Etomidat zur Narkoseeinleitung [1]. Jedoch gibt es zahlreiche Arbeiten, die Ketamin als gleichwertig zum Etomidat hinsichtlich des Intubationserfolges und der Kreislaufstabilität bewerten [44,62]. Etomidat kann sowohl Myoklonien als auch Dyskinesien verursachen (cave: ggf. erschwerte Maskenbeatmung) (Tab. 12).

Tabelle 11

PROPOFOL (Übersicht in [76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Narkoseeinleitung: (1-)1,5-2,5 mg/kgKG i.v. Narkoseaufrechterhaltung: 3(4)-6(-12) mg/kgKG/h i.v. oder Bolusapplikation 0,25-0,5 mg/kgKG i.v. Wirkungseintritt: 15-45 sec Wirkdauer: 5-10 min	Agonist am GABA-Rezeptor	Atemdepression bis Apnoe, Blutdruckabfall (negativ-inotrop, verminderter peripherer Gefäßwiderstand) v.a. bei Hypovolämie, Erregungsphänomene, lokaler Injektions-schmerz, Histaminfreisetzung	Geringe bronchodilatatorische Wirkung, günstig bei Schädel-Hirn-Trauma und erhöhtem ICP, Lagerung bei Raumtemperatur (nicht über 25°C), vor Licht schützen

Tabelle 12

ETOMIDAT (Übersicht in [76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Narkoseeinleitung: 0,15-0,3 mg/kgKG i.v. Wirkungseintritt: 15-45 sec Wirkdauer (HWZ): 3-12 min	nicht vollständig geklärt, hypnotische Wirkung teilweise über einen GABA-ergen Mechanismus	Übelkeit und Erbrechen, leichte Atemdepression, lokale Injektionsschmerzen, Myoklonien	Minderung der Cortisolynthese (11 β -Hydroxylase) auch bei Einzelbolusgabe mit besonderem Risiko bei Sepsis und Trauma (z.B. ARDS, Multiorganversagen, längere Krankenhausaufenthaltsdauer, mehr Beatmungstage, längere Intensivaufenthaltsdauer, höhere Letalität), Lagerung bei Raumtemperatur (nicht über 25°C), vor Licht schützen

Tabelle 13

MIDAZOLAM (Übersicht in [76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Narkoseeinleitung: 0,15-0,2 mg/kgKG i.v. Narkoseaufrechterhaltung: 0,03-0,2 mg/kgKG i.v. Wirkeintritt: 60-90 sec Wirkdauer (HWZ): 1-4 h	Bindung an α -Untereinheit des GABA-Rezeptors bewirkt eine verlängerte Öffnung von Chlorid-Kanälen und damit eine verstärkte Wirkung des inhibitorischen ZNS-Transmitters GABA.	Paradoxe Erregung CAVE: Kombination mit Alkohol (verstärkte Alkoholwirkung), Ateminsuffizienz in Kombination mit Opioiden	CAVE: Fehldosierung bei Verwechslung bei Vorhaltung als 5 mg/5 ml (= 1 mg/ml) Ampulle und als 15 mg /3 ml (= 5 mg/ml) Ampulle, Lagerung: vor Licht schützen

Die vorherige Gabe eines Benzodiazepins vermeidet diese Myoklonien.

Kontrovers werden die Bedeutung der Inhibition der Cortisol synthese in der Nebennierenrinde und die damit assoziierte Zunahme möglicher Komplikationen (z.B. ARDS, Multiorganversagen, längere Krankenhausaufenthaltsdauer, mehr Beatmungstage, längere Intensivaufenthaltsdauer, höhere Letalität) diskutiert [19]. Die S3-Leitlinie „Polytrauma/Schwerer Verletzen-Behandlung“ ebenso wie die Revision der S2k-Leitlinie Sepsis empfehlen, den Einsatz von Etomidat nur mit großer Vorsicht und Bedacht zu erwägen [65,74]. Demgegenüber sehen die amerikanischen EAST-Leitlinien keine Evidenz gegen den Einsatz von Etomidat als Einleitungshypnotikum [53]. In einer Übersichtsarbeit wird vor dem Hintergrund einer unklaren Evidenzlage und dem Konzept „nihil nocere“ der Einsatz von Etomidat insbesondere bei septischen Patienten nicht empfohlen [81].

Es muss konstatiert werden, dass aufgrund der beschriebenen Nebenwirkungen mit bisher nicht abschließend zu klärenden, relevanten Auswirkungen auf Morbidität und Letalität aus der Sicht

der Autorengruppe auf die Gabe von Etomidat zugunsten anderer Narkosemedikamente auch komplett verzichtet werden kann.

Midazolam: Bei Angst-, Erregungs- und Spannungszuständen besitzt Midazolam als rasch-, aber kurzwirksames Benzodiazepin eine große therapeutische Breite. Im Rahmen der Rapid-Sequence-Induction zeigten sich in mehreren Studien keine signifikanten Unterschiede zwischen Midazolam und Etomidat hinsichtlich Blutdruckabfällen und Intubationsbedingungen [45,77], so dass Midazolam als gleichwertige Alternative zu Etomidat als Hypnotikum im Rahmen der Narkose bei Traumpatienten angesehen werden darf. Darüber hinaus besitzt Midazolam eine deutlich längere

Halbwertszeit als Etomidat. Midazolam sollte aber immer mit Opioiden oder Ketamin kombiniert werden [76]. Eine Übersicht zu den wichtigsten Charakteristika von Midazolam bietet Tabelle 13.

Thiopental: Das Barbiturat Thiopental wird seit vielen Jahren zur Narkoseeinleitung in der Notfallmedizin eingesetzt (Tab. 14). Dieses Hypnotikum zeichnet sich durch einen sehr schnellen Wirkeintritt, eine gute Reflexdämpfung und Narkosetiefe aus. Thiopental hat hirndrucksenkende Eigenschaften (Einsatz z.B. bei Traumpatienten mit und ohne SHT). Aufgrund seiner vasodilatierenden und negativ inotropen Eigenschaften kann Thiopental jedoch, v.a. bei vorbestehender Hypovolämie, eine Hypotension verursachen. Vorbeugend hilft

Tabelle 14

THIOPENTAL			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Narkoseeinleitung: 3-5 mg/kgKG i.v. Wirkeintritt 10-20 sec Wirkdauer 6-8 min	Agonist am GABA-Rezeptor	Atemdepression, Hypotension, Histaminliberation	Trockensubstanz, muss vor Anwendung aufgelöst werden, CAVE: Nekrosen durch Paravasat

ein auf die Situation des Patienten abgestimmtes Volumenmanagement; kompensatorisch kann auf Vasopressoren zurückgegriffen werden. Als weitere relevante Nebenwirkung muss die durch Thiopental verursachte Histaminfreisetzung genannt werden, die in Extremfällen auch zu Bronchialobstruktionen führen kann.

1.5.2 Analgetika

Opiode der Wahl zur Notfallnarkose sind Fentanyl und Sufentanil. Opiode wirken unterschiedlich stark analgetisch, sedativ und antitussiv. Nebenwirkungen sind Atemdepression, Sedierung, Bradykardie, hypotensive Kreislaufstörungen, Emesis, Pruritus, Bronchospasmus,

Schweißausbrüche, Spasmen der Gallen- und Pankreaswege, Obstipation und Miosis. Harte Kontraindikationen nach der Entscheidung zur prähospitalen Notfallnarkose bestehen nicht. Dies gilt auch für die strenge Indikationsstellung in der Gravidität und Stillzeit. Morphin oder Piritramid werden nicht zur Narkoseeinleitung empfohlen.

Fentanyl: Zur Analgesie, Narkoseeinleitung und Narkoseführung steht mit Fentanyl eine Substanz zur Verfügung, die in geringen Dosierungen auch zur alleinigen Analgesie unter Spontanatmung titrierend eingesetzt werden kann (CAVE: engmaschige Atemkontrolle) (Tab. 15).

Sufentanil: Dieses Opioid weist die größte μ -Rezeptoraffinität auf. Sufentanil kann sowohl als Bolus als auch über einen Perfusor verabreicht werden (Tab. 16). Allerdings fehlt die Zulassung als reines Analgetikum ohne Intubationsnarkose mit dadurch begrenzter prähospitaler Einsatzmöglichkeit.

Ketamin: Eine Sonderstellung in der Notfallmedizin nimmt Ketamin ein, da mit dieser Substanz dosisabhängig sowohl eine Analgesie als auch eine komplette Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung erfolgen können. Ketamin führt zu einer sog. „dissoziativen Anästhesie“, welche man als einen kataleptischen Zustand mit Amnesie und Analgesie beschreiben kann. Schutzreflexe und Spontanatmung des Patienten bleiben dosisabhängig erhalten. Als unerwünschte Wirkungen sind Erregungszustände und Alpträume zu nennen, weswegen eine Komedikation mit einem Benzodiazepin obligat ist. Ebenso treten Hyperakusis und Hypersalivation auf. Insbesondere eingeklemmte oder schlecht zugängliche Patienten profitieren von einer Analgosedierung bestehend aus Ketamin und einem Benzodiazepin wegen der meist erhaltenen Spontanatmung und Kreislaufstabilität. Zu beachten ist, dass neben Ketamin als Razemat, Esketamin als S-Enantiomer mit deutlich unterschiedlicher Dosierungsempfehlung zur Verfügung steht. Eine Übersicht zu den wichtigsten Charakteristika von Esketamin bietet Tabelle 17 und von Ketamin Tabelle 18.

Tabelle 15

FENTANYL (Übersicht in [76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Narkoseeinleitung: initial 2 $\mu\text{g}/\text{kgKG}$ i.v. Narkoseführung: 1-3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ i.v. Wirkungseintritt: <30 sec Wirkdauer (mittlere): 0,3-0,5 h	Reiner Agonist an Opiatrezeptoren mit hoher Affinität zum μ -Rezeptor und geringer Affinität zum κ -Rezeptor	Atemdepression Muskelrigidität Hypotension (v.a. bei Hypovolämie) Bradykardie	Antidot: Naloxon, Lagerung: vor Licht schützen

Tabelle 16

SUFENTANIL			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
initial 0,15-0,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ i.v. + 0,15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ i.v. repetitiv Wirkungseintritt: <2-3 min Wirkdauer (mittlere): 0,2-0,3 h	Reiner Agonist an Opiatrezeptoren mit hoher Affinität zum μ -Rezeptor und geringer Affinität zum κ -Rezeptor	Atemdepression, Muskelrigidität, Hypotension (v.a. bei Hypovolämie), Bradykardie	Antidot: Naloxon, Lagerung: vor Licht schützen

Tabelle 17

ESKETAMIN (Übersicht in [76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
0,25-0,5 mg/kgKG i.v. bei Erhalt der Schutzreflexe zur Analgesie 0,5-1 mg/kgKG i.v. zur Narkoseeinleitung oder 1,5-5 mg/kg i.m. Wirkeintritt (i.v.): 30 sec. Wirkdauer (i.v.): 5-15 min.	Nicht-kompetitiver Antagonismus am NMDA-Rezeptor, agonistisch an Opiatrezeptoren; Hemmung der peripheren Wiederaufnahme von Katecholaminen; Einfluss auf die zentrale und periphere monoaminerge und cholinerge Übertragung, führt zu einer dissoziativen Anästhesie	Sympathomimetisch: Anstieg von Herzfrequenz und Blutdruck, Atemdepression bis Apnoe, gesteigerte Abwehrreflexe im Pharynx- und Larynxbereich (CAVE: Laryngospasmus bei Absaugen/Intubation), Angstzustände, Halluzinationen	Esketamin senkt ICP und kann beim Schädel-Hirn-Trauma eingesetzt werden; vorsichtiger Einsatz beim schweren kardialen Versagen; Lagerung: nicht unter 0°C wegen Bruchgefahr des Behältnisses

Tabelle 18

KETAMIN (Übersicht in [76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
0,5-1 mg/kgKG i.v. bei Erhalt der Schutzreflexe zur Analgesie 1-2 mg/kgKG i.v. zur Narkoseeinleitung oder 4-10 mg/kg i.m Wirkeintritt (i.v.): 30 sec. Wirkdauer (i.v.): 5-15 min.	Nicht-kompetitiver Antagonismus am NMDA-Rezeptor, agonistisch an Opiatrezeptoren; Hemmung der peripheren Wiederaufnahme von Katecholaminen; Einfluss auf die zentrale und periphere monoaminerge und cholinerge Übertragung, führt zu einer dissoziativen Anästhesie	Sympathomimetisch: Anstieg von Herzfrequenz und Blutdruck, Atemdepression bis Apnoe, gesteigerte Abwehrreflexe im Pharynx- und Larynxbereich (CAVE: Laryngospasmus bei Absaugen/Intubation), Angstzustände, Halluzinationen	Ketamin senkt ICP und kann beim Schädel-Hirn-Trauma eingesetzt werden; vorsichtiger Einsatz beim schweren kardialen Versagen; bronchodilatatorische Wirkung bei Asthma; Lagerung: nicht unter 0°C wegen Bruchgefahr des Behältnisses

1.5.3 Muskelrelaxanzien

Die Muskelrelaxation ist im Rahmen der Rapid-Sequence-Induction und der Notfallnarkoseführung ein fester Bestandteil. Vor- und Nachteile der Muskelrelaxation werden in Tabelle 19 aufgeführt.

Ein wichtiges Entscheidungskriterium bei Auswahl des Relaxans zur Induktion ist die kurze Anschlagszeit. Hier stehen nur Rocuronium bzw. Succinylcholin als geeignete Medikamente zur Verfügung

[26]. Succinylcholin ist das dabei am häufigsten empfohlene Medikament (Tab. 20). Hyperkaliämie (z.B. bei seit mehr als 24 h immobilisierten und/oder schwerverletzten/-verbrannten Patienten) und maligne Hyperthermie (z.B. Prädisposition) stellen allerdings relevante Kontraindikationen für Succinylcholin dar. Der Vorteil von Succinylcholin gegenüber Rocuronium liegt in der deutlich kürzeren Wirkdauer und im günstigeren Preis. Aktuelle Arbeiten diskutieren den prähospitalen Einsatz von

Rocuronium, seit mit Sugammadex eine effektive Substanz zur Reversierung zur Verfügung steht [10,40,52,64]. Bisher liegt aber noch keine klare Datenlage vor, ob bei der prähospitalen Verwendung von Rocuronium auch immer Sugammadex mitgeführt werden muss. Bei Verwendung von Rocuronium ist prähospital eine weitere Gabe aufgrund der längeren Halbwertszeit häufig nicht erforderlich. Die Spezifika der anderen nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanzien sind Tabellen 21-22 zu entnehmen.

Tabelle 19

Pro und Contra einer Muskelrelaxation bei der Notfallnarkose	
PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Laryngoskopie [40] • Verbesserung der Intubationsbedingungen [10] • Vermeidung hoher Hypnotikadosen [40] • Vermeidung von Hirndruckspitzen bei SHT [40] • Bei Nutzung von Muskelrelaxanzien durch erfahrenes Personal ist die Erfolgsrate der endotrachealen Intubation höher [37] 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei neuromuskulärer Blockade entfällt die Eigenatmung des Patienten – ösophageale Fehlintubationen sind zwingend tödlich (Kapnographie) [10] • Es kann zu „Cannot ventilate, cannot intubate“- Situationen kommen [40] • Risiko bei bestehender oder sich entwickelnder Hyperkaliämie bei Succinylcholin [52]

Tabelle 20

SUCCINYLSCHOLIN (Übersicht in [26,76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Einzel-dosis: in allen Altersgruppen 1,0-1,5 mg/kgKG i.v. Wirkeintritt: 60-90 sec. Wirkdauer: 3-6 min	Einziges depolarisierendes Muskelrelaxans, Wirkung am nikotinischen Acetylcholin (ACH)-Rezeptor an der motorischen Endplatte.	Arrhythmien, Tachykardie, Bradykardie, Kaliumliberation bis Asystolie, Blutdruckstörungen, Muskelschmerzen nach Faszikulationen, allergische Reaktionen, Erhöhung des Augeninnendrucks (CAVE: penetrierende Verletzungen), Erhöhung des intragastralen Drucks, erhöhter Speichelfluss, erhöhter Kieferdruck (bis zu 60 sec), maligne Hyperthermie	Erhöhte Empfindlichkeit bei neuromuskulären Erkrankungen (ggf. Dosisreduktion), Präcurarisierung mit nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanzien schwächt Nebenwirkungen ab, auffälliger Rigor des Musculus masseter gilt als Warnhinweis für Rhabdomyolyse oder maligne Hyperthermie, bei Aktivitätsreduktion der Cholinesterase Wirkdauerverlängerung, Lagerung s. Kapitel 1.5.4

Tabelle 21

ROCURONIUM (Übersicht in [26,76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Zur Rapid-Sequence-Induktion: 1,0-1,2 mg/kgKG i.v. bei geriatrischen Patienten Dosis 0,6 mg/kgKG i.v. (Wirkungsdauer evtl. verlängert) Wirkeintritt: 60-120 sec. Wirkdauer: 30-67 min	Mittellang wirkende, nicht-depolarisierende neuromuskuläre Blockade; kompetitive Bindung an nikotinerge ACH-Rezeptoren an der motorischen Endplatte	Tachykardie, Injektionsschmerz, allergische Reaktion	Reversierbar durch Sugammadex, physikalisch inkompatibel mit: Dexamethason, Diazepam, Furosemid, Hydrocortison-Natriumsuccinat, Insulin, Intralipid, Methylprednisolon, Prednisolon-Natriumsuccinat, Thiopental, Lagerung s. Kapitel 1.5.4

Tabelle 22

VECURONIUM (Übersicht in [76])			
Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Relaxation nach Intubation mit Succinylcholin: 0,03-0,05 mg/kgKG i.v. Wirkeintritt: 2-4 min Wirkdauer: 20-60 min	Kompetitive Bindung an nikotinerge ACH-Rezeptoren an der motorischen Endplatte	Selten anaphylaktische Reaktionen	Reversierbar durch Sugammadex, Wirkungssteigerung bei Hypokaliämie, Hypermagnesiämie, Hypocalciämie, Dehydration, Azidose, Hyperkapnie, Kachexie, Lagerung nicht >25°C, vor Licht schützen

1.5.4 Lagerungshinweise zu Notfallmedikamenten

Als ein besonders wichtiger Aspekt hinsichtlich der Vorsichtsmaßnahmen zur Aufbewahrung muss auf die Kühlfachpflichtigkeit verschiedener bei der Notfallnarkose zur Anwendung kommender Medikamente hingewiesen werden; solche sind mit dem Hinweis „Im Kühlschrank lagern“ versehen. Dies bedeutet eine Bevorratung von +2 bis +8 °C (Kühlschranktemperatur). „Kühl zu lagernde“ Medikamente können befristet auch bei normaler Raumtempera-

tur aufbewahrt und transportiert werden, hierbei ist aber mit einer Qualitätsminderung zu rechnen. Viele Hersteller haben Stabilitätstests durchgeführt und geben Empfehlungen zur Haltbarkeit von Arzneimitteln, wenn die Lagerungstemperatur „Kühl zu lagernde“ Medikamente nicht eingehalten werden kann. Die folgenden Empfehlungen (Tab. 23) setzen eine normale Raumtemperatur von 25°C voraus.

Interessenkonflikt

Bohn A, Fischer M, Lott C, Roessler M, Schaumberg A: kein Interessenkonflikt. **Bernhard M:** Leiter der Arbeitsgruppe Trauma- und Schockraummanagement der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), Delegierter der DGAI im Rahmen der Erstellung der S3- Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenversorgung und der Revision, **Bein B:** Advisory Board Fa. MSD, **Böttiger BW:** Vorsitzender des Deutschen Rates für Wiederbelebung, German Resuscitation Council (GRC), Sprecher des Arbeitskreises Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), Board Director Science and Research, European Resuscitation Council (ERC), **Gräsner JT:** Berater-tätigkeit Fa. Weinmann: Emergency für Beatmungsgeräte, **Hossfeld B:** Reisekostenunterstützung: Fa. Karl Storz, Tuttlingen, und Fa. Weinmann EMT, Hamburg, Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft in Bayern tätiger Notärzte e.V., Sprecher der Sektion Notfall- und Katastrophenmedizin der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Inten-

Tabelle 23

Kühlpflichtige Medikamente	
Substanz	Haltbarkeit
Rocuronium	Maximal 3 Monate* bei +8-+30°C, nach Entnahme aus dem Kühlschrank nicht wieder im Kühlschrank einlagern
Succinylcholin	maximal 1 Monat* sofern 25°C nicht überschritten wird, maximal 7 Tage als Sicherheit für höhere Temperaturen von +25-+30°C, höhere Temperaturen sind gemäß Hersteller nicht akzeptabel
Noradrenalin	maximal 6 Monate* nach Entnahme aus dem Kühlschrank
Adrenalin	maximal 6 Monate* nach Entnahme aus dem Kühlschrank

*jedoch innerhalb der angebenen Mindesthaltbarkeit.

siv- und Notfallmedizin, **Hinkelbein J**: Chairman Subcommittee „Resuscitation, Emergency Medicine and Trauma“ der European Society of Anaesthesiology (ESA), Vortragshonorare Fa. Ambu GmbH, **Kill C**: Vortragshonorare und Reisekosten durch Fa. Verathon und Fa. Weinmann, **Popp E**: Vortragshonorar Fa. Ambu GmbH, **Wenzel V**: Stipendien und Reisekostenunterstützung durch Fa. O-Two Medical Technologies, Mississauga, Kanada: Hersteller von Beatmungsgeräten und Beatmungsbeuteln. Die Autoren geben an, dass sich aus den entsprechenden Verbindungen kein Interessenkonflikt für die vorliegende Handlungsempfehlung ergibt.

Hinweis/Disclaimer

Die in dieser Handlungsempfehlung angegebene Medikamentenauswahl und die aufgeführten Dosierungsempfehlungen wurden durch alle Autoren mit größtmöglicher Sorgfalt formuliert. Maßgeblich sind in jedem Fall die Empfehlungen der Hersteller (Fachinformation) zu den Dosierungen, Nebenwirkungen und Kontraindikationen.

Literatur

- Adams HP, Adams RJ, Brott T, et al: Guidelines for the early management of patients with ischemic stroke: A scientific statement from the stroke council of the american stroke association. *Stroke* 2003;34:1056-83
- Barnard EBG, Moy RJ, Kehoe AD, Bebartá VS, Smith JE: Rapid sequence induction of anaesthesia via the intraosseous route: a prospective observational study. DOI: 10.1136/emermed-2014-203740
- Benumof JL, Dagg R, Benumof R: Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997;87:979-82
- Bergen J, Smith D: A review of etomidate for rapid sequence intubation in the emergency department. *J Emerg Med* 1997;15:221-23
- Bernhard M, Beres W, Timmermann A, et al: Prehospital airway management using the laryngeal tube. An emergency department point of view. *Anaesthesist* 2014;63:589-96
- Bernhard M, Gräsner JT, Gries A et al: Die intraossäre Infusion in der Notfallmedizin. Erste deutsche Empfehlung der DGAI-Arbeitskreise. *AnästH Intensivmed* 2010;51(Suppl):S615-S620
- Bernhard M, Helm M, Luiz T et al: Pädiatrische Notfälle in der prähospitalen Notfallmedizin. *Notfall Rettungsmed* 2011;14:554-66
- Bernhard M, Hilger T, Sikinger M et al: Patientenspektrum im Notarztdienst. *Anaesthesist* 2006;33:1157-65
- Brain Trauma Foundation. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. 1. Blood Pressure and Oxygenation. *J Neurotrauma* 2007;24 (Suppl 1):S7-S13
- Braun P, Wenzel V, Paal P: Anaesthesia in prehospital emergencies and in the emergency department. *Curr Opin Anesthesiol* 2010;23:500-506
- Breckwoldt J, Kleimstein S, Brunne B, et al: Expertise in prehospital endotracheal intubation by emergency physicians. Comparing “proficient performer” and “experts”. *Resuscitation* 2012;83:434-39
- Bretschneider I, Hossfeld B, Helm M, Lampl L: Präklinisches Atemwegsmanagement beim Erwachsenen. *Notarzt* 2011;27:270-86
- Cavus E, Callies A, Doerges V, et al: The C-MAC videolaryngoscope for prehospital emergency intubation: a prospective, multicentre, observational study. *Emerg Med* 2011;28:650-53
- Chan C, Mitchell A, Shorr A: Etomidate is associated with mortality and adrenal insufficiency in sepsis: a meta-analysis. *Crit Care Med* 2012;40:2945-53
- Chi JH, Knudson MM, Vassar MJ, et al: Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multicenter study. *J Trauma* 2006;61:1134-41
- Christ M, Popp S, Erbguth E: Algorithmen zur Abklärung von Bewusstseinsstörungen in der Notaufnahme. *Intensivmedizin Notfallmedizin* 2010;47:83-93
- Cook T, Behringer EC, Bengler J: Airway management outside the operating room: hazardous and incompletely studied. *Curr Opin Anesthesiol* 2012;25:461-69
- Connor CW, Segal S: The importance of subjective facial appearance on the ability of anesthesiologists to predict difficult intubations. *Anesth Analg* 2014;118:419-27
- Cotton B, Guillaumondegui O, Fleming S: Increased risk of adrenal insufficiency following etomidate exposure in critically injured patients. *Arch Surg* 2008;143:62-67
- Cowan GM, Burton F, Newton A: Prehospital anaesthesia: a survey of the current practice in the UK. *Emerg Med J* 2012;29:136-40
- DIVI-Empfehlungen zur Kennzeichnung von Spritzen in der Intensiv- und Notfallmedizin 2012. http://www.divi.de/images/Dokumente/Empfehlungen/Spritzenetiketten/DIVI-Etiketten-Empfehlung_2012_07_02.pdf
- Easby J, Dodds C: Emergency induction of anaesthesia in the prehospital setting: a review of the anaesthetic induction agents. *J Trauma* 2004;6:217-24
- Edlow JA, Robinstein A, Traub SJ, Wijdicks EFM: Diagnosis of reversible causes of coma. *Lancet* 2014;384:2064-2076
- Eich C, Roessler M, Nemeth M, et al: Characteristics and outcome of prehospital pediatric tracheal intubation attended by anaesthesia-training emergency physicians. *Resuscitation* 2009;80:1371-77
- El-Beheiry H, Kim J, Milne B: Prophylaxis against the systemic hypotension induced by propofol during rapid-sequence intubation. *Can J Anaesth* 1995;42:875-78
- El-Orbany M, Connolly LA: Rapid sequence induction and intubation: current controversy. *Anesth Analg* 2010;110:1318-25
- European Stroke Organisation (ESO) Executive Committee, ESO Writing Committee (2008). Guidelines for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack 2008. *Cerebrovascular Diseases* 2008; 25(5):457-507 (Basel, Switzerland). doi:10.1159/000131083
- Genzwürker HV, Finteis T, Wegener S, et al: Inzidenz der endotrachealen Intubation im Notarztdienst: adäquate Erfahrung ohne klinische Routine kaum möglich. *AnästH Intensivmed* 2010;4:202-10
- Gräsner JT, Heller G, Dörge V, Scholz J: Narkose im Rettungsdienst. *Notfallmedizin up2date* 2007;2:197-202
- Gries A, Zink W, Bernhard M, Messelken M, Schlechtriemen T: Realistic assessment of the physician-staffed emergency services in Germany. *Anaesthesist* 2006;55:1080-86
- Hasler RM, Nuesch E, Jüni P, et al: Systolic blood pressure below 110 mmHg is associated with increased mortality in blunt major trauma patients: multicenter cohort study. *Resuscitation* 2012;83:476-81

32. Helm M, Biehn G, Lampl L, Bernhard M: Pädiatrischer Notfallpatient im Luftrettungsdienst. *Anaesthesist* 2010;59:896-903
33. Helm M, Gries A, Mutzbauer T: Surgical approach in difficult airway management. *Best Practice Res Clin Anaesth* 2005;19:623-40
34. Helm M, Hossfeld B, Schäfer S, Hoitz J, Lampl L: Factors influencing emergency intubation in the pre-hospital setting – a multicentre study in the German Helicopter Emergency Medical Service. *Br J Anaesth* 2006;96:67-71
35. Helm M, Kremers G, Lampl L, Hossfeld B: Incidence of transient hypoxia during pre-hospital rapid sequence intubation by anaesthesiologists. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57:199-205
36. Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, Pearce AC: Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia* 2004;59:675-94
37. Herff H, Wenzel V, Lockey D: Prehospital Intubation: The right tools in the right hands at the right time. *Anesth Analg* 2009;109:303-305
38. Heuer JF, Barwing TA, Barwing J, et al: Incidence of difficult intubation in intensive care patients: Analysis of contributing factors. *Anaesth Intensive Care* 2012;40:120-27
39. Hossfeld B, Lampl L, Helm M: Notwendigkeit eines Algorithmus für den „schwierigen Atemweg“ in der Präklinik. *Notfall Rettungsmed* 2011;14:10-14
40. Hossfeld B, Maier B, Kuhnigk H, Helm M: Narkose im Notarztendienst. *Notfall Rettungsmed* 2011;14:15-20
41. Hugg CJ, McLeskey C, Nahrwold M: Haemodynamic effects of propofol: data from over 25.000 patients. *Anesth Analg* 1993;77:21-29
42. Hedenstierna G, Edmark L: The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med* 2005;31:1327-35
43. Innerklinische Akutversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. Aktualisierte Empfehlungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Neuroanästhesie der DGAI. *Anästh Intensivmed* 2009;50:S489-S501
44. Jabre P, Combes X, Lapostolle F, et al: Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2009;374:293-300
45. Jacoby J, Heller M, Nicholas J, et al: Etomidate versus midazolam for out-of-hospital intubation: a prospective, randomized trial. *Ann Emerg Med* 2006;47:525-30
46. Khetarpal S, Healy D, Aziz MF, et al: Incidence, predictors, and outcome of difficult mask ventilation combined with difficult laryngoscopy: a report from the multicenter perioperative outcomes group. *Anesthesiology* 2013;119:1360-69
47. Koenig SJ, Lakticova V, Narasimhan M, Doelken P, Mayo PH: Safety of propofol as an induction agent for urgent endotracheal intubation in the medical intensive care unit. *J Intensive Care Med* 2014; online
48. Kuhnigk H, Zischler K, Roewer N: Narkose in der Notfallmedizin. Stuttgart: Thieme-Verlag; 2007
49. Liccardia G, Salzilloa A, De Blasiob F, D'Amatoa G: Control of asthma for reducing the risk of bronchospasm in asthmatics undergoing general anesthesia and/or intravascular administration of radiographic contrast media. *Curr Med Res Opin* 2009;25:1621-30
50. Lockey D, Carter J, Nolan J, et al: AAGBI Safety Guideline. Pre-hospital anaesthesia, www.aagbi.org/publications/guidelines/docs/prehospital_glossy09.pdf. Accessed 26
51. Lossius HM, Roislien J, Lockey DJ: Patient safety in pre-hospital emergency tracheal intubation: a comprehensive meta-analysis of the intubation success rates of EMS providers; *Crit Care* 2012;16:R24
52. Luxen J, Trentzsch H, Urban B: Rocuronium und Sugammadex in der Notfallmedizin. *Anaesthesist* 2014;63:331-37
53. Mayglothling J, Duane TM, Gibbs M, et al: Emergency tracheal intubation immediately following traumatic injury: An Eastern association for the surgery of trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:S333-S340
54. Messelken M, Kehrberger E, Dirks B, Fischer M: The quality of emergency medical care in Baden-Württemberg (Germany): four years in focus. *Dtsch Arztebl Int* 2010;107:523-30
55. Moulton C, Pennycook AG: Relation between Glasgow coma score and cough reflex. *Lancet* 1994;343:1261-62
56. Mrugalla HR, Samberger M, Schuhmann W, Seemann G, Vogel H: Übergabemanagement für Beatmungspatienten im Luftrettungsdienst. Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage. *Notfall Rettungsmed* 2003;6:233-41
57. Neumayr A, Ganster A, Schinnerl A, Baubin M: Unterschätzte Gefahr am Notfallort. Plädoyer zur Einführung von Risikomanagement. *Notfall Rettungsmed* 2014;17:25-31
58. Newton A, Ratchford A, Khan I: Incidence of adverse events during prehospital rapid sequence intubation: A review of one year on the London helicopter emergency medical service. *J Trauma* 2008;64:487-92
59. Niven AS, Doerschug KC: Techniques for the difficult airway. *Curr Opin Crit Care* 2013;19:9-15
60. Rognås L, Hansen TM, Kirkegaard H, Tønnesen E: Pre-hospital advanced airway management by experienced anaesthesiologists: a prospective descriptive study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:58
61. Paal P, Herff H, Mitterlechner T, et al: Anaesthesia in prehospital emergencies and in the emergency room. *Resuscitation* 2010;81:148-54
62. Patanwala AE, McKinney CB, Erstad BL, Sakles JC: Retrospective analysis of etomidate versus ketamine for first-pass success in an academic emergency department. *Acad Emerg Med* 2014; 21:87-91
63. Pehböck D, Wenzel V, Voelckel W, Jonsson K, Herff H, Mittlböck M, Nagele P: Effects of preoxygenation on desaturation time during hemorrhagic shock in pigs. *Anesthesiology* 2010;113:593-9
64. Perry J, Lee J, Sillberg V, Wells G: Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2008(2.)
65. Reinhart K, Brunkhorst FM, Bone HG et al: Prävention, Diagnose, Therapie und Nachsorge der Sepsis. Erste Revision der S2k-Leitlinie der Deutschen Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin (DIVI). *Anaesthesist* 2010;59:347-70
66. Rognås L, Hansen TM, Kirkegaard H, Tønnesen E: Anaesthesiologist-provided prehospital airway management in patients with traumatic brain injury: an observational study. *Eur J Emerg Med* 2014;21:418-423
67. Rortgen D, Schaumberg A, Skorning M, et al: Stocked medications in emergency physician-based medical services in Germany. Reality and requirements according to guidelines. *Anaesthesist* 2011;60:312-24
68. Sakles JC, Chiu S, Mosier J, Walker C, Stolz U: The importance of first pass

- success when performing orotracheal intubation in the emergency department. Acad Emerg Med 2013;20:71-78
69. Schlechtriemen T, Reeb R, Enslé G et al: Überprüfung der korrekten Tubuslage in der Notfallmedizin. Notfall Rettungsmed 2004;7:231-36
70. Schmidt J, Strauß JM, Becke K, Giest J, Schmitz B: Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. Anästh Intensivmed 2007; 48:S88-S93
71. Seifrin P, Kuhnigk H, Wurmb T: Narkose im Rettungsdienst. Notarzt 2014;30:73-84
72. Sitzwohl C, Langheinrich A, Schober A, et al: Endobronchial intubation detected by insertion depth of endotracheal tube, bilateral auscultation, or observation of chest movements: randomised trial. BMJ 2010;341:c5943
73. Sørensen MK, Bretlau C, Gätke MR, Sørensen AM, Rasmussen LS: Rapid sequence induction and intubation with rocuronium-sugammadex compared with succinylcholine: a randomized trial. Br J Anaesth 2012;108:682-89
74. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung, AWMF-Register Nr.: 012/019
75. Steinmann D, Priebe HJ: Krikoiddruck. Anaesthesist 2009;58:695-707
76. Stollings JL, Diedrich DA, Oyen LJ, Brown DR: Rapid-sequence intubation: A review of the process and considerations when choosing medications. Ann Pharmacother 2014;48:62-76
77. Swanson E, Fosnocht D, Jensen S: Comparison of etomidate and midazolam for prehospital rapid-sequence intubation. Prehosp Emerg Care 2004;8:273-79
78. Thierbach A, Piepho T, Wolcke B, Küster S, Dick W: Präklinische Sicherung der Atemwege – Erfolgsraten und Komplikationen. Anaesthesist 2004;53:543-50
79. Timmermann A, Byhahn C, Wenzel V et al: Handlungsempfehlungen für das präklinische Atemwegsmanagement; Anästh Intensivmed 2012;53:294-308
80. Timmermann A, Byhahn C: Krikoiddruck. Schützender Handgriff oder etablierter Unfug. Anaesthesist 2009;58:663-64
81. Van den Heuvel I, Wurmb TE, Böttiger BW, Bernhard M: Pros and Cons of etomidate - more discussion than evidence. Curr Opin Anesthesiol 2013;26:404-8
82. Van der Walt J: Anaesthesia in children with viral respiratory tract infections. Paediatric Anaesthesia 1995 5:257-62
83. Voelckel WG, von Goedecke A, Fries D, Krüsmir AC, Wenzel V, Lindner KH: Die Behandlung des hämorrhagischen Schocks. Neue Therapieoptionen. Anaesthesist 2004;53:1151-67
84. Von Goedecke A, Herff A, Paal P, Dörge V, Wenzel: Field airway management disasters. Anesth Analg 2007;104:481-3
85. Weingart SD, Levitan RM: Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management. Ann Emerg Med 2012;59(3):165-175
86. Weller D, Domke A, Gahn G: Management des refraktären Status epilepticus mit Propofol. Akt Neurologie 2006;33:P532
87. Werdan K, Ruß M, Buerke M et al: Deutsch-österreichische S3-Leitlinie "Infarktbedingter kardiogener Schock – Diagnose, Monitoring und Therapie. Kardiologie 2011;5:166-224
88. Wetsch WA, Carlitscheck M, Spelten O, et al: Success rates and tube insertion times of experienced emergency physicians using different video laryngoscopes – A study in simulated entrapped car accident victims. Eur J Anaesthesiol 2011;28:849-58
89. Wetsch WA, Hellmich M, Spelten O, et al: Endotracheal intubation in ice-pick position with video laryngoscopes - a randomised controlled trial in a manikin. Eur J Anaesthesiol 2013;30:537-43
90. Wilbur K, Zed PJ: Is propofol an optimal agent for procedural sedation and rapid sequence intubation in the emergency department? CJEM 2001;3:302-10
91. Zollinger A, Hofer CK, Kuhnle G, Schwender D, Schnoor J: Anästhesie bei Patienten mit Lungenerkrankungen. In: Rossaint R, Werner C, Zwißler B (Hrsg.) Die Anästhesiologie. Springer; 2012.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Michael Bernhard

Zentrale Notaufnahme
 Universitätsklinikum Leipzig AÖR
 Liebigstraße 26
 04103 Leipzig, Deutschland
 Tel.: 0341 97-17776
 Fax: 0341 97-17969
 E-Mail: Michael.Bernhard@medizin.uni-leipzig.de

Mitwirkende der Arbeitsgruppe „Prä-hospitale Notfallnarkose“

des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin:

PD Dr. med. Michael Bernhard

(federführend)
 Zentrale Notaufnahme
 Universitätsklinikum Leipzig AÖR

Dr. med. Björn Hossfeld

(federführend)
 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
 Bundeswehrkrankenhaus Ulm

Prof. Dr. med. Berthold Bein

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
 Asklepios Klinik St. Georg, Hamburg

Prof. Dr. med. Bernd W. Böttiger

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
 Universitätsklinikum Köln (AÖR)

PD Dr. med. Andreas Bohn

Feuerwehr Münster

Prof. Dr. med. Matthias Fischer

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
 ALB FILS KLINIKEN GmbH
 Klinik am Eichert, Göppingen

PD Dr. med. Jan-Thorsten Gräsner

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
 Universitätsklinikum Kiel

PD Dr. med. Jochen Hinkelbein

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
 Universitätsklinikum Köln (AÖR)

PD Dr. med. Clemens Kill

Zentrum für Notfallmedizin
 Universitätsklinikum Gießen und Marburg,
 Standort Marburg

Dr. med. Carsten Lott, FERC

Klinik für Anästhesiologie
 Universitätsmedizin Mainz

Prof. Dr. med. Erik Popp

Klinik für Anästhesiologie, Sektion Notfallmedizin
 Universitätsklinikum Heidelberg

PD Dr. med. Markus Roessler

Klinik für Anästhesiologie,
 Zentrum Anästhesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin
 Universitätsmedizin Göttingen

Dr. med. Alin Schaumberg, MME

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
 Universitätsklinikum Gießen und Marburg,
 Standort Gießen

Prof. Dr. med. Volker Wenzel, MSc, FERC

Univ.-Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin,
 Medizinische Universität Innsbruck