

S1 guideline on vascular accesses in the initial treatment of adult emergency patients in the resuscitation room

M. F. Struck · D. Bieler · A. Henck · C. Hermes · M. Kegel · M. Klein · P. Kümpers · D. Michalski · M. Bernhard

Diese Leitlinie entspricht dem in der AWMF veröffentlichten Text.

► **Zitierweise:** Struck MF, Bieler D, Henck A, Hermes C, Kegel M, Klein M et al: S1-Leitlinie: Gefäßzugänge bei der Akutversorgung erwachsener Notfallpatienten im Schockraum. Anästh Intensivmed 2025;66:LL1–LL15. DOI: 10.19224/ai2025.LL001

S1-Leitlinie: Gefäßzugänge bei der Akutversorgung erwach- sener Notfallpatienten im Schockraum

Interessenkonflikt

Die Interessen der Leitliniengruppe wurden über ein Online-Portal erklärt und im Hinblick auf thematische Bezüge, Management und geringe (z. B. Berater- oder Gutachtertätigkeit), moderate (z. B. drittmittelefinanzierte Studien) oder hohe (z. B. Aktien oder Patente) Interessenkonflikte diskutiert und bewertet. Es wurden keine relevanten Interessenkonflikte festgestellt, die eine Konsequenz notwendig gemacht hätten. Die Leitlinie wurde ohne externe Finanzierung erstellt.

Schlüsselwörter

Gefäßzugänge – Peripherovenöser Zugang – Zentraler Venenkatheter (ZVK) – Arterieller Zugang – Invasive Blutdruckmessung – Schockraum – Notfallmedizin – Notfallaufnahme

Keywords

Vascular Access – Peripheral Intravenous Line – Central Venous Catheter (CVC) – Arterial Line – Invasive Blood Pressure Measurement – Resuscitation Room – Emergency Medicine- Emergency Department

Einleitung

Die Anlage peripherenöser, zentralvenöser und arterieller Gefäßzugänge stellt eine unverzichtbare Komponente der initialen notfallmedizinischen Schockraumversorgung dar. Während in Deutschland bei traumatologischen Patienten die Häufigkeiten für zentralvenöse Zugänge bis zu 60 % und bei arteriellen Zugängen bis zu 79 % betragen können, werden bei nicht-traumatologischen Patienten zentrale Venenzugänge in 4–31 % und arterielle Zugänge in 40–58% der Fälle etabliert [Struck 2018, Bernhard 2018]. Diese Heterogenität lässt darauf schließen, dass neben der Verfügbarkeit von Equipment zur Etablierung, insbesondere die Indikationsstellung zur Anlage von Gefäßzugängen differenziert erfolgt. Dabei können unterschiedliche Strategien zur Anwendung kommen, von dem Verzicht der unmittelbaren Anlage eines zentralvenösen Zugangs oder einer invasiven Blutdruckmessung zugunsten einer meist raschen Computertomografie (CT)-gestützten Diagnostik auf der einen Seite, und die zügige Etablierung entsprechender Zugänge aufgrund einer gegebenen klinischen Indikation und der Notwendigkeit der Stabilisierung des Patienten auf der anderen Seite. Die Etablierung eines zentralvenösen Zuganges bzw. einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung im Schockraum ist ein invasiver Eingriff in die Körperintegrität und stellt hohe Anforderungen an eine korrekte Indikationsstellung, eine optimale schonende Anlagetechnik unter

Sonografiekontrolle und die Einhaltung einer Basishygiene. Im Bedarfsfall müssen Komplikationen rasch erkannt und suffizient behandelt werden.

Vor diesem Hintergrund war es notwendig, klare Empfehlungen aus der bisher bestehende Datenlage, unter Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und der aktuellen Rahmenbedingungen für das Schockraumsetting zu formulieren. Die vorliegende Leitlinie wurde unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI) von mandatierten Mitgliedern der Deutschen Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin e.V. (DGIIN), der Deutschen Gesellschaft für Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e. V. (DGINA), der Deutschen Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin e. V. (DGINI) und der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. (DGU) nach den formalen Vorgaben der AWMF für eine S1-Leitlinie entwickelt. Alle beteiligten Delegierten bestätigten ihre volle Abstimmungs- und Beschlussfähigkeit und gaben an, dass keine relevanten Interessenkonflikte mit der Leitlinie bestehen. Die Interessenerklärungen von allen beteiligten Delegierten wurden online erhoben.

Die vorliegende Leitlinie wurde von den Präsidien aller beteiligten Fachgesellschaften verabschiedet.

Material und Methodik

Die vorliegende S1-Leitlinie basiert auf dem Konsens einer interdisziplinären und interprofessionellen Expertengruppe vor dem Hintergrund einer selektiven Literaturrecherche. Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche wurden in insgesamt acht Konsensustreffen analysiert, diskutiert, bewertet und daraus resultierend die nun vorliegenden Kernaussagen und Empfehlungen formuliert.

Für die Etablierung von Gefäßzugängen und invasiver arterieller Blutdruckmessung im Schockraum liegen nur wenige randomisierten kontrollierten Studien vor. Der für diese S1-Leitlinie zugrunde liegenden Literatur liegen daher nur schwache Evidenzklassen gemäß Agency for Health Care Policy and Research (AHCPR) und Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) vor. Die mangelnde Studienlage liegt vor allem am notfallmedizinischen Setting, der ausgeprägten Heterogenität der Erkrankungen und Verletzungen der Patienten, den örtlichen und strukturellen Gegebenheiten des Schockraums, sowie den oft unterschiedlichen Erfahrungen und Standards bei der Anwendung von Gefäßzugängen in Notfallsituationen. Im ersten Teil der Leitlinie werden allgemeine Aspekte der Gefäßzugänge im Schockraum besprochen. Im zweiten Teil werden spezielle Konzepte für ausgewählte Notfallkonstellationen beschrieben.

I. Allgemeine Empfehlungen

1. Indikation

Gefäßzugänge im Schockraum sind essenziell, insbesondere bei der initialen Versorgung kritisch kranker und schwerverletzter Patienten. Sie werden sowohl für das Monitoring, inkl. initialer Labordiagnostik, benötigt, als auch für die Verabreichung lebensrettender Medikamente und die Volumentherapie.

- Im Schockraum sollen periphervenöse Zugänge etabliert werden, die eine sichere Applikation von Medikamenten und eine Abnahme von Proben für die Labordiagnostik ermöglichen.

Aufgrund der zeitkritischen Umstände und des instabilen Zustands der Patienten stellt die Etablierung von Gefäßzugängen im Schockraum eine besondere Herausforderung dar, für die in der Literatur bislang nur begrenzt spezifische Daten, hauptsächlich auf den Bereich des perioperativen und intensivmedizinischen Settings, vorliegen. Die Wahl des Punktionsortes ist entscheidend, um mechanische Komplikationen oder Infektionen zu vermeiden und eine optimale Therapie zu gewährleisten. Die Auswahl richtet sich zum einen nach der Zugänglichkeit des Punktionsortes, welche durch den Schweregrad der Erkrankung und/oder Verletzung der zu versorgenden Patienten beeinflusst wird und zum anderen den persönlichen Erfahrungen des Anwenders.

Welche peripheren Gefäßzugänge sind für die Schockraumversorgung geeignet?

Prähospital im Rettungs- und Notarztdienst angelegte periphervenöse Zugänge (selten auch arterielle Zugänge) können bei einwandfreier Funktion und sicherer intravasaler Lage im Schockraum weiterverwendet werden. Sie sollen jedoch abhängig von den zugrundeliegenden Erkrankungen/Verletzungen, und insbesondere wenn die Antisepsis nicht eingehalten werden konnte, innerhalb von 24 Stunden entfernt und wenn notwendig an anderer Stelle unter aseptischen Bedingungen neu gelegt werden (siehe Kapitel Hygiene).

- Nach Prüfung können auch vom Rettungs- und Notarztdienst gelegte (venöse und arterielle) Zugänge verwendet werden.

Es sollen mindestens zwei möglichst großlumige periphervenöse Zugänge verfügbar sein/etabliert werden, wenn dies ohne Zeitverlust möglich ist, sodass einerseits Blutabnahmen für die Notfall-Labordiagnostik und andererseits eine sichere Applikation von Medikamenten und eine effektive Volumentherapie möglich ist. Die Durchflussrate sollte mindestens ca. 100 ml/min² (Codierung grün/18 G) aufweisen. Dabei lässt sich die Durchflussrate nicht generell über die Größenangaben des Innendurchmessers ermitteln, da einige Hersteller

unterschiedliche Katheterlängen anbieten (Gesetz von Hagen-Poiseuille).

- Im Schockraum sollen mindestens zwei großlumige periphervenöse Zugänge etabliert werden/verfügbar sein.

Sind bei akuten lebensbedrohlichen Notfällen keine peripheren Venenzugänge etablierbar, so soll umgehend ein intraossärer (i.o.) Zugang für die sofortige medikamentöse Therapie etabliert werden. Ein i.o.-Zugang sollte erwogen werden, wenn mehr als zwei Versuche eines i.v.-Zugangs nicht erfolgreich sind oder ein i.v.-Zugang per se nicht möglich erscheint [ERC 2021, S1-LL IO 2017, S3-LL Polytrauma 2022]. In jedem Fall sollten längere Versuche zur Anlage eines peripheren Zugangs unterbleiben. In Reanimationssituationen sollte auch nach Anlage eines i.o.-Zugangs weiterhin ein zusätzlicher sicherer peripherenöser Zugang angestrebt werden (siehe auch Kapitel Reanimation) [Hubar 2023].

- Bei unmittelbarer vitaler Bedrohung ohne Etablierbarkeit peripherenöser Zugänge soll ein i.o.-Zugang gelegt werden.

Bei einer Indikation für eine Kontrastmittelgabe bzw. Hochdruckinfusion (3–8 ml/s), z. B. im Rahmen radiologischer Diagnostik sollten bevorzugt peripherenöse Zugänge verwendet werden. Wenige zentrale Venenkatheter (ZVK) haben eine Zulassung zur Verabreichung von Kontrastmedien unter Druckinfusion.

Wann ist im Schockraum ein zentraler Venenkatheter indiziert?

Ein ZVK soll gelegt werden, wenn keine, oder nur insuffiziente peripherenöse Zugänge innerhalb weniger Minuten nach Ankunft etablierbar sind und eine erweiterte Volumentherapie und/oder differenzierte Katecholamintherapie vor initialer bildgebender Diagnostik (z. B. Computertomografie, CT) absehbar erscheint.

- Ein ZVK soll gelegt werden, wenn insuffiziente peripherenöse Zugänge bei gleichzeitig absehbar instabiler Kreislaufsituation vorliegen, die eine unmittelbare medikamentöse Stabilisierung und Volumentherapie erfordern.

- Besteht nach erfolgter Stabilisierung über peripheröse Zugänge weiterhin ein ausgeprägter Vasopressorbedarf, kann eine ZVK-Anlage auch unmittelbar im Anschluss an die initiale bildgebende Diagnostik (z. B. CT) erfolgen.

Bei kompensierten Kreislaufverhältnissen soll eine ZVK-Anlage nicht die initiale Diagnostik verzögern, sondern die Anlage ggf. danach durchgeführt werden (entweder nach Rückkehr in den Schockraum oder auf der Intensivstation bzw. im OP, abhängig vom Ergebnis der Diagnostik und sich daraus ergebender Konsequenzen für eine Sofortindikation einer Intervention oder OP).

- Bei kompensierten Kreislaufverhältnissen soll die ZVK-Anlage die initiale Diagnostik (z. B. CT) nicht verzögern.

Definition: Bei thorakozervikalen ZVK (V. jugularis interna und V. subclavia) liegt die Spitze in der klappenlosen rechten oberen Hohlvene (V. cava superior), idealerweise parallel zur Venenwand oberhalb des cavoatrialen Übergangs. Katheter über die V. femoralis mit Spitzenposition in der V. iliaca oder V. cava inferior sind für die Verabreichung von großen Infusionsvolumina oder hochsmolarer Substanzen gleichwertig geeignet. Die Messung von zentralem Venendruck oder zentralvenöser Sättigung wird per definitionem aus thorakozervikalen ZVK bestimmt, obgleich diese Parameter mittlerweile nur noch einen eingeschränkten klinischen Stellenwert besitzen. In der vorliegenden Leitlinie werden sowohl thorakozervikale als auch femoral-venöse Zugänge als ZVK bezeichnet.

Welche ZVK sind für die Anlage im Schockraum geeignet?

Die Auswahl des am besten geeigneten ZVK im Schockraum richtet sich zum einen nach den Bedürfnissen des Patienten, zum anderen nach den hausinternen Vorgaben und der jeweiligen Infrastruktur. Als Standard können dreilumige ZVK empfohlen werden, die abhängig vom Vorliegen und Größe peripheröser Zugänge mit großlumigen Schenkeln zur Volumentherapie ausgestattet sind. Die Verwendung ein- oder zweilumiger

ZVK sollte restriktiv erfolgen, da es bei zu erwartenden Mehrfachapplikationen von Medikamenten über ein Lumen sowohl zu physiko-chemischen Ausfällreaktionen (z. B. Calciumglukonat und einige kristalloide Infusionslösungen), als auch zu Interaktionen (z. B. Natriumbikarbonat und Adrenalin) kommen kann, die es zu vermeiden gilt. Das Vorliegen mehrerer ungenutzter ZVK-Lumen erhöht das Risiko von katheter-assoziierten Infektionen und mechanischen Insuffizienzen, daher sind ZVK mit mehr als fünf Lumen für die meisten Schockraumsituationen nicht sinnvoll. Für den Vorteil der Verwendung antimikrobiell beschichteter ZVK in der Akutversorgung im Schockraum liegen keine Daten vor.

Wann ist im Schockraum eine arterielle Blutdruckmessung indiziert?

Bei kritisch kranken oder schwerverletzten Patienten sollte eine invasive arterielle Blutdruckmessung erfolgen:

(1) Bei beatmeten Traumapatienten erfolgt hierbei auch die Steuerung der Beatmung gemäß der S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung über arterielle Blutgasanalysen [S3-LL Polytrauma 2022].

(2) Bei Patienten mit respiratorischer Insuffizienz, instabilen Kreislaufverhältnissen oder manifestem Schock wird gemäß den Leitlinien zum kardiogenen Schock vorgegangen [S3-LL Kardiogener Schock 2019, S1-LL intensivpflegerische Versorgung kardiogener Schock 2022].

(3) Bei Patienten mit schwerwiegenden hämodynamisch relevanten Arrhythmien sind spezielle Maßnahmen erforderlich. Das Monitoring einer hypertensiven Dringlichkeit sollte nichtinvasiv und das Monitoring eines hypertensiven Notfalls zur gezielten Blutdrucksteuerung möglichst invasiv erfolgen [Jung 2023].

- Bei kritisch kranken oder schwerverletzten Patienten sollte eine invasive arterielle Blutdruckmessung erfolgen.

Hinweis: Die Parallelisierung von Abläufen, wie die gleichzeitige Anlage einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung, eines ZVK, Blutabnahme, körperliche Untersuchung des Patienten und die Vorbereitung der anschließenden Therapie

optimiert die Effizienz der Behandlungsprozesse.

2. Hygiene

Zur Reduktion des Infektionsrisikos im weiteren Behandlungsverlauf ist bereits im Schockraum die Einhaltung hygienischer Standards und Asepsis von entscheidender Bedeutung. Es wird ausdrücklich auf die bestehenden KRINKO-Empfehlungen verwiesen [RKI1 2017, RKI2 2017].

Welche hygienischen Maßnahmen sind bei der Anlage von peripheren Venenzugängen im Schockraum erforderlich?

Bei der Etablierung peripheröser Zugänge im Schockraum sollen antiseptische Grundregeln eingehalten werden. Hierzu gehören die Durchführung einer hygienischen Händedesinfektion, die Sprüh-Wisch-Desinfektion der Punktionsstellen unter Beachtung der vom Hersteller angegebenen Einwirkzeit, die ausschließliche Verwendung steriler Utensilien sowie die sterile Abdeckung der Einstichstelle mittels eines Verbandes. Aus Gründen des Arbeitsschutzes sollten saubere Einmalhandschuhe zur Anlage peripheröse Zugängen getragen werden. Die Hautdesinfektion kann entweder durch Sprühen oder durch Wischen erfolgen. Im Falle der Wischdesinfektion ist darauf zu achten, sterile Tupfer zu verwenden [RKI 2017]. In Bezug auf die Anlage von i.o.-Zugängen ist es angezeigt, die gleichen Mindeststandards wie bei peripherösen Zugängen einzuhalten [S1-LL IO 2017].

Welche zusätzlichen Hygienemaßnahmen sind bei der Anlage von ZVK im Schockraum erforderlich?

Das Infektionsrisiko hinsichtlich der Wahl des ZVK-Punktionsortes wurde in vielen klinischen Studien gut untersucht. Hier waren femoral eingebrachte ZVK bei langer Liegedauer mit einer höheren Rate an Infektionen assoziiert [Parienti 2015]. Bei kurzer Liegedauer (weniger als fünf Tagen) erscheint das Infektionsrisiko jedoch nicht signifikant erhöht im Vergleich zu thorakozervikalen Punktionsorten [Timsit 2013].

Die Anlage von ZVK (sowie ECMO-Kanülen) sollte ausschließlich unter stren-

gen Barrieremaßnahmen (einschließlich Mund-Nasen-Schutz, Kopfhaube, steriler Kittel, sterile Handschuhe und steriles Loch- bzw. Abdecktuch) erfolgen. Es wird die Kombination eines alkoholischen Antiseptikums mit Chlorhexidin 2 % oder Octenidin 0,1 % empfohlen, wobei die vom Hersteller empfohlene Einwirkzeit des verwendeten Hautantiseptikums beachtet werden sollte. Die Materialien und Instrumente sollten auf einem steril abgedeckten, mobilen Tisch vorbereitet werden. Es ist hilfreich, die Anlage des ZVK mit Unterstützung einer weiteren nicht-sterilen Person durchzuführen [RKI 2017, O’Grady 2023].

Bei Verwendung von sonografischen Hilfsmitteln für die Punktions soll eine sterile Überzughülle für den Schallkopf verwendet werden.

Wenn es aufgrund zeitkritischer Patientensituationen nicht möglich ist, die erforderliche Antiseptik oder Barrieremaßnahmen einzuhalten [Mimoz 2015, Guzzo 2006, Lemaster 2010], sollen die eingebrachten Katheter spätestens nach 24 Stunden entfernt und ggf. an einer anderen Stelle neu eingebracht werden [RKI 2017, RKI 2017].

Transparente Folien- und herkömmliche Pflasterverbände können als hygienisch gleichwertig betrachtet werden, sofern keine Blutreste unter dem Verband verbleiben/zu sehen sind und sind somit äquivalent anwendbar. Weiterhin sollte das Datum der Platzierung und die Einfürtiefe ab Hautniveau in der Krankenakte vermerkt und mittels eines Aufklebers am Zugang gekennzeichnet werden.

Welche Hygienemaßnahmen sind bei der Anlage einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung im Schockraum erforderlich?

Die Platzierung invasiver arterieller Zugänge im Bereich A. radialis und A. brachialis unterliegt denselben hygienischen Prinzipien wie bei der Anlage von peripheren Venen. Zusätzlich sollte die arterielle Punktions unter Verwendung steriler Handschuhe und eines Mund-Nasen-Schutzes durchgeführt werden. Bei Anwendung der Seldinger-Technik ist die Verwendung eines ste-

riilen Lochtuchs obligat. Bei invasiven femoral-arteriellen Zugängen sollten aufgrund des erhöhten Risikos für Blutstrominfektionen maximale Barrieremaßnahmen ergriffen werden, einschließlich des Tragens eines sterilen Kittels, einer Kopfhaube und der Verwendung einer großflächigen sterilen Abdeckung [RKI 2017]. Im Rahmen dieser Maßnahmen können invasive femoral-arterielle und -venöse Katheter in einem hygienischen Arbeitsgang platziert werden (siehe auch Versorgung Schwerverletzter und Patienten mit respiratorischer Insuffizienz und kardiovaskuläre Notfallpatienten).

- Bei der Anlage von Gefäßzugängen im Schockraum sollen die hygienischen Vorgaben des RKI unter Beachtung des jeweiligen Kathetertyps eingehalten werden.
- Im Falle einer notwendigen Anlage unter eingeschränkter Asepsis sollen die Gefäßzugänge schnellstmöglich und spätestens nach 24 Stunden entfernt und an einer anderen Stelle neu gelegt werden.

3. Sonografie und Punktions

Die Verwendung von Sonografie zur Visualisierung der Gefäßpunktions hat in den letzten zwei Jahrzehnten erheblich zugenommen und stellt heute eine wesentliche Hilfe in der klinischen Praxis dar. Insbesondere in der Notfallmedizin hat sich der Einsatz dieser Technologie etabliert, da kompakte Point-of-Care-Ultraschallgeräte verfügbar sind, die trotz ihrer geringen Größe eine hochwertige Bildqualität bieten. Diese Geräte ermöglichen eine präzise und sichere Gefäßpunktions, die insbesondere in zeitkritischen und anspruchsvollen klinischen Situationen von großem Nutzen sein können. Die Integration der Sonografie in den klinischen Alltag trägt dabei zu einer Erhöhung der Effizienz und Patientensicherheit bei Gefäßpunktions bei.

Ist die Verwendung von Sonografie bei der Anlage von Gefäßzugängen sinnvoll?

Periphere Venenzugänge

Bei Patienten mit nach Stauungsmaßnahmen gut sichtbaren peripheren Venen ist

keine Sonografie-gestützte Punktions erforderlich. Eine Cochrane Analyse [Tada 2022] und zwei große Metaanalysen [Berlanga-Macias 2022, Poulsen 2023] zeigten, dass der Punktionserfolg bei Patienten mit schwierigem peripherem Venenstatus durch die Anwendung von Ultraschall gesteigert wird.

- Bei Patienten mit schwierigem peripheren Venenstatus kann die Sonografie den Punktionserfolg verbessern.

Zentraler Venenkatheter

Bei der Studienlage zur Sonografie-gestützten Punktions von zentralen Venen überwiegen die Vorteile stark in Bezug auf Geschwindigkeit und Patientensicherheit bei allen untersuchten Gefäßen (V. jugularis interna, V. subclavia und V. femoralis) im Vergleich zur Landmarken-gestützten Punktions. Cochrane Metaanalysen [Brass 2015, Brass 2015] und nationale Handlungsempfehlungen [SSAICM 2015, ASA 2020, ESA 2020, SRLF 2020, S3-LL Polytrauma 2022] bestätigen diese Ergebnisse. Einschränkend ist zu erwähnen, dass die meisten Studien, bis auf wenige Ausnahmen [Lazaar 2021], im OP-Saal oder auf Intensivstationen durchgeführt wurden. Dennoch sieht das Expertengremium dieser Leitlinie einen relevanten praktischen Bezug zur Patientenversorgung im Schockraum.

Vor dem Anbringen der sterilen Abdeckung ist eine unsterile sonografische Voruntersuchung möglicher Punktionsstellen sinnvoll, um Kalibergröße und Gefäßverlauf abzuschätzen [Schummer 2015].

Die Fähigkeit der Landmarken-gestützten ZVK-Anlage sollte erhalten bleiben, um ggf. bei Nichtverfügbarkeit eines Sonografiegerätes eine sichere Patientenversorgung in Notfällen zu gewährleisten. Diese Techniken sollten insbesondere in Nicht-Notfallsituationen im interprofessionellen Team regelmäßig trainiert werden.

- Zentrale Gefäße zur ZVK-Anlage sollen wann immer möglich Sonografie-gestützt punktiert werden.
- Die Techniken der Landmarken-gestützten Punktions sollten insbe-

sondere in Nicht-Notfallsituationen im interprofessionellen Team regelmäßig trainiert werden

Invasive arterielle Blutdruckmessung

Die Sonografie-gestützte Punktions- und Katheterisierung von Arterien ist im Vergleich zur Landmarken-gestützten Punktions- und Katheterisierung einer niedrigeren Komplikationsrate, schnellerer Zugangszeit, geringerer Anzahl von Punktionsversuchen und höherer Erfolgsquote verbunden. Dies wird durch Cochrane Metaanalysen und nationale Handlungsempfehlungen unterstützt [ESA 2020, SRLF 2020, BJA 2021, CDSR 2021].

Bei schlecht tastbarem Radialispuls sowie bei jeglichen femoral-arteriellen Zugängen wird die primäre Sonografie-gestützte Punktions- und Katheterisierung empfohlen [ESA 2020].

Bei der Punktions- und Katheterisierung von Radialarterien scheint die Zuhilfenahme von Sonografie bei erfahrenen Anwendern einen geringeren Effekt zu haben als bei weniger erfahrenen [Peters 2015].

- Die Sonografie kann den Punktions- und Katheterisierungserfolg bei der Anlage von arteriellen Kathetern erhöhen.

4. Lagekontrolle und Funktionstest

Soll bei der Anlage von Gefäßzugängen eine Lagekontrolle stattfinden?

Alle eingebrachten Gefäßkatheter sollen unmittelbar nach Anlage auf ihre intravasale Lage und Funktionalität getestet und Fehllagen ausgeschlossen werden.

- Peripherovenöse Zugänge sollen vor Nutzung mittels steriler NaCl 0,9 % Lösung angespült und auf Leckage bzw. Paravasat geprüft werden.
- Bei ZVKs sollen vor Nutzung alle Lumen auf einwandfreie Aspirierbarkeit und Anspülbarkeit geprüft werden.
- Arterielle ZVK-Fehllagen können durch Anschluss an ein Drucksystem und Ableiten einer arteriellen Druckkurve erkannt werden.
- Katheterspitzen thorakozyrkaler ZVK können bei Vorliegen eines Sinusrhythmus mittels endovaskulärem EKG verifiziert werden.
- Die zentralvenöse Katheterlage kann bettseitig mittels TTE und Gabe

eines Flüssigkeitsbolus über den ZVK verifiziert werden („rapid atrial swirl sign“).

- Die Akutdiagnostik (z. B. Polytrauma-CT) kann zur Verifizierung einer korrekten ZVK-Lage genutzt werden.

Nach Anlage eines thorakozyrkalen ZVK sollte spätestens nach der Akutversorgung der ZVK-Verlauf und die ZVK-Spitze zeitnah radiologisch dargestellt werden. Bei sonografisch einwandfreier Punktions- und Katheterisierung kann eine unmittelbare radiologische Bildgebung im Schockraum entbehrlich sein (ASA 2020, Brindley 2024).

- Arterielle Katheter sollen ebenfalls einwandfrei aspirierbar und anspülbar sein und eine typische arterielle Druckkurve generieren.

Hinweis: Eine Blutgasanalyse (BGA) aus dem liegenden Zugang ist im Sinne einer möglichen arteriellen oder venösen Fehlposition keine absolut sichere Lagekontrolle. Sowohl aus einem peripheren venösen Zugang und ZVK kann bei einer Hyperoxigenierung der arterielle Sauerstoffpartialdruck (paO_2) fehlleitend sein (falsch hoch erscheinend), wie auch unter kardiopulmonaler Reanimation eine BGA aus dem arteriellen Zugang bei entsprechend schlechter Oxygenierung (falsch tief erscheinend).

5. Fixation und Sicherung

Wie sollen Gefäßzugänge im Schockraum fixiert und gesichert werden?

Die zuverlässige Fixierung von Gefäßzugängen ist wegen der besonderen Tragweite von akzidentiellen Katheterdislokationen von essenzieller Bedeutung und erfordert angesichts notwendiger Umlagerungsmanöver (z. B. auf Schockraumliegen, CT- oder OP-Tischen oder Intensivstationsbetten) im Schockraum eine besondere Aufmerksamkeit.

- Alle Gefäßzugänge sollen grundsätzlich sicher fixiert werden.

Für die Sicherung mittels Pflasterverband sollte die umgebende Haut gereinigt

und ggf. durch ein Desinfektionsmittel entfettet werden. Zugänge und Leitungen sollten weiterhin mittels eines Zügelverbandes zugfrei fixiert werden, insbesondere bei ECMO-Kanülen, für die die speziellen Sets der einzelnen Hersteller verwendet werden sollten.

- Es wird empfohlen spezielle Fixiersets der Hersteller einem Eigenbau an Fixierungen vorzuziehen, insbesondere bei großlumigen Kanülen (z. B. ECMO Kanülen und/oder ZVK).

Bei kritischen und kaltschweißigen Patienten soll zusätzlich bei allen ZVK und bei arteriellen Kathetern an femoralen Punktionsstellen obligatorisch eine Annaht erfolgen.

- Alle ZVK sowie femoral-arterielle Zugänge sollen durch eine Naht gesichert werden.

Eine Annaht kann ebenso am proximalen Arm (z. B. A. brachialis) unter Berücksichtigung der individuellen Patienten anatomie und lokalen Standards in Betracht gezogen werden. Über die A. radialis angelegte arterielle Katheter sollten nicht standardmäßig angenäht werden.

- Katheter in distalen Arterien (meist in der A. radialis) sollten nicht standardmäßig angenäht werden.

Die Naht bei einem ZVK sollte an den Verteilerösen und nicht nur an den Klemmen erfolgen [Valchanov 2017, Struck 2019]. Zur Erkennung von Dislokationen sollte bei einem thorakozyrkalen ZVK neben dem Anlagedatum auch die Dokumentation der Einführtiefe (Angabe in cm) erfolgen.

- Bei einem ZVK sollte die obligatorische Sicherungsnaht an den Verteilerösen des Katheters und nicht nur an den Klemmen erfolgen.
- Die Einführtiefe des ZVK sollte auf dem Verband und im Schockraumprotokoll dokumentiert werden.

Für die Fixierung von intraossären Zugängen sollten konsequent die verfügbaren Fixierungssets genutzt und mit Datum und Uhrzeit der Anlage versehen werden [S1-LL IO 2017].

Trotz einer ausreichenden Fixierung mittels Pflaster oder Naht hat sich eine

zusätzliche manuelle Fixierung der Zugänge bei den erforderlichen Umlagerungsmanövern bewährt [Stella 2017].

6. Mechanische Komplikationen

Welche mechanischen Komplikationen können bei Anlagen von Gefäßzugängen im Schockraum auftreten?

Die Rate an iatrogenen mechanischen Komplikationen bei ZVK-Anlagen ist bei kritisch kranken/schwerverletzten Patienten auch bei erfahrenen Anwendern mit bis zu 12 % und bei invasiven arteriellen Blutdruckmessungen mit 9,4 % im Vergleich zu Routineuntersuchungen deutlich erhöht [Struck 2017, Struck 2018, Hamada 2018, Choron 2015, Ives 2012, Scalea 1994, Pappas 1992, Ängeby 2024, Takashima 2018, Parienti 2015, Gibson 2013, Schummer 2007, Polderman 2002, McGee 1993, Salmon 2010]. Mechanische Komplikationen bei ZVK sind meist arterielle Fehlpunktionen mit Blutungen/Hämatomen, Pneumothorax, oder Drahtprobleme. Mechanische Komplikationen können zur Verlängerung der Zeit bis zur Diagnostik und Therapie führen oder sogar operative/interventionelle Maßnahmen als Konsequenz haben (z. B. Drahtbergung bei intravasalem Drahtverlust oder Verschluss einer arteriellen Läsion). Unbemerkte Dislokationen (z. B. im Rahmen von Umlagerungen) können ggf. zu Extravasationen, Blutungen oder Luftembolien führen [Struck 2019]. Bei prolongierten frustrierten peripheren Punktionsversuchen bei kritischen Patienten sollte frühzeitig und ggf. parallel zur Überbrückung ein i.o.-Zugang etabliert werden [Pokharel 2015, Chreiman 2018].

Die Protokollierung des gesamten Anlagevorgangs sowie die schriftliche Dokumentation von Punktionschwierigkeiten und mechanischen Komplikationen sollte erfolgen, um diese im weiteren Verlauf nach der Schockraumversorgung ggf. radiologisch nachvollziehen oder ausschließen zu können [Giustivi 2022, Gravante 2020].

- Der gesamten Anlagevorgang sowie ggf. Punktionschwierigkeiten und mechanische Komplikationen sollten schriftlich dokumentiert und protokolliert werden.

Können vasoaktive Substanzen über einen peripheren Zugang verabreicht werden?

Im Notfall und ggf. zur Überbrückung bis zur Anlage eines ZVK kann eine Verabreichung von vasoaktiven Substanzen (z. B. Katecholaminen) über einen sicher intravasal liegenden peripheren Zugang erfolgen. In Metaanalysen und einer prospektiven Observationsstudie wurde das Risiko von Extravasationen und deren Konsequenzen (z. B. operative Sanierung) als sehr gering eingeschätzt [Owen 2021, Yerke 2024]. Darüber hinaus konnte durch die peripheren Vasopressorgabe in vielen Fällen eine ZVK-Anlage vermieden werden [Yerke 2024].

Kriterien für eine kontinuierliche Verabreichung von Katecholaminen und Vasopressoren über einen peripheren Venenzugang sind:

1. ZVK-Anlage unverhältnismäßig oder nicht möglich, insbesondere in Reanimationssituationen.
 2. Existenz eines sicher im Gefäß liegenden peripheren Zugangs, der ausschließlich der kontinuierlichen Vasopressorgabe dient.
 3. Verabreichung von Katecholaminen in niedriger Konzentration (z. B. Noradrenalin 0,01–0,02 mg/ml).
 4. Verfügbarkeit eines ruhig liegenden und für Kontrollen jederzeit zugänglichen Infusionsarms.
- Bei katecholaminpflichtigen Patienten kann eine kontinuierliche Verabreichung von Vasopressoren über einen sicher intravasal liegenden peripheren Zugang erfolgen.
 - Besteht nach erfolgter Stabilisierung über peripheren Zugängen weiterhin ein ausgeprägter Vasopressorbedarf, kann eine ZVK-Anlage auch unmittelbar im Anschluss an die initiale bildgebende Diagnostik (z. B. CT) erfolgen.

II. Konzepte für häufige Notfallsituationen

1. Schwerverletzte Patienten / Polytrauma

Grundsätzlich ist die Anlage von zwei großlumigen peripheren Zugängen auch für die initiale Schockraumversorgung inklusive der Durchführung einer Ganzkörpercomputertomographie (WBCT) suffizient. Die Versorgung mit erweiterten Gefäßzugängen (ZVK und invasive arterielle Blutdruckmessung) soll die bereits avisierte Notfalldiagnostik nicht verzögern.

- Für die initiale Schockraumversorgung, einschließlich einer Ganzkörper-CT, können zwei peripheren Zugänge ausreichend sein.

Bei schwerverletzten Traumapatienten, bei denen ein peripherer Zugang nicht zügig gelingt, soll ein i.o.-Zugang zur Infusions- und Medikamententherapie gelegt werden [Leidel 2012; GoR A S3-LL Polytrauma 2022]. Einschränkend ist jedoch zu vermerken, dass ein i.o.-Zugang nicht für eine schnelle Volumentherapie oder Massivtransfusion im hämorrhagischen Schock geeignet ist [S1-LL IO 2017].

- Wenn ein peripherer Zugang nicht zügig etabliert werden kann, soll ein intraossärer Zugang gelegt werden.

Die Beatmung polytraumatisierter Patienten soll durch engmaschige arterielle Blutgasanalysen kontrolliert und gesteuert werden [GoR A S3-LL Polytrauma 2022]. Zur invasiven kontinuierlichen Blutdruckmessung sollte im Schockraum ein intraarterieller Katheter angelegt werden, ohne dass Maßnahmen zur Behebung reversibler Ursachen und Basismaßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation verzögert werden [GoR B S3-LL Polytrauma 2022].

- Die Beatmung polytraumatisierter Patienten im Schockraum soll durch engmaschige arterielle Blutgasanalysen kontrolliert und gesteuert werden.
- Eine kontinuierliche Blutdruckmessung sollte im Schockraum

über einen intraarteriellen Katheter erfolgen, ohne lebensrettende und diagnostische Maßnahmen zu verzögern.

- Erweitere Gefäßzugänge wie ZVK oder invasive arterielle Blutdruckmessung sollten die Notfalldiagnostik nicht verzögern.

Patienten im akuten hämorrhagischen Schock benötigen in kurzer Zeit große Volumina an Infusionslösungen, Transfusionen und Gerinnungsprodukte zur Stabilisierung der Kreislaufverhältnisse. Dies kann nur über großlumige peripheren Zugänge oder ZVK erfolgen. Da kritische Traumapatienten im akuten Schock oft einen schwierigen peripheren Venenstatus haben, ist die Frage nach Anlagentmöglichkeiten von ZVK essenziell.

Patienten mit Verdacht auf schwere Verletzungen werden meist bereits vom Rettungs- und Notarztteam mit Halswirbelsäulen-Immobilisation und Beckengurt versorgt im Schockraum vorgestellt. Daher erscheint die Punktions der V. jugularis zur ZVK-Anlage bei insuffizienten peripheren Zugängen und ausgeprägtem Schock bis zur initialen CT-Diagnostik nicht praktikabel.

- Bei Vorhandensein einer Halswirbelsäulen-Immobilisation ist eine ZVK-Anlage über die V. jugularis interna nicht praktikabel.

Beim Vorliegen von schweren Thoraxverletzungen bzw. bei einer bereits liegenden Thoraxdrainage bietet sich die verletzte bzw. drainierte Seite für die Anlage eines ZVK über die V. subclavia an, sofern eine Indikation für einen ZVK besteht.

- Bei schweren Thoraxverletzungen oder bereits liegender Thoraxdrainage ist ein ZVK über die V. subclavia auf der verletzten/drainierten Seite sinnvoll.

Ebenfalls praktikabel ist die Anlage eines V. femoralis-Katheters (abhängig vom Vorhandensein eines Beckengurtes) und eine simultane Punktions der A. femoralis bei bereits vorliegender steriler Abdeckung (siehe auch Hygiene, respiratorischer und kardialer Risikopatient).

- Abhängig von der Beckengurtlage kann ein V. femoralis-Katheter gelegt werden und ggf. eine simultane

Punktions der A. femoralis bei bereits vorhandener steriler Abdeckung erfolgen.

Bei schweren Verletzungen des Abdomens, des Beckens und aktiven Blutungen der unteren Extremitäten kann in Ausnahmefällen die Etablierung eines „Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta“ (REBOA) Systems indiziert sein. Dabei sollten die hausüblichen Standards zur Punktions und die Größe der REBOA-Schleuse bedacht werden (üblicherweise 7F Schleuse über die A. femoralis [Flumigan 2021, Wortsman 2020, Hilber-Carius 2020, Jansen 2023, Lendum 2024]).

- Beim Einsatz eines REBOA-Systems sollten die Standards zur Punktions und Schleusengröße beachtet werden.

Selbst zentrale Venen lassen sich bei Patienten im akuten Blutungsschock aufgrund ihrer kollapsischen Veränderungen (sonographisch leer erscheinend) oft nicht gut punktieren. In solchen Situationen kann die chirurgische Freilegung von venösen Gefäßen (i.d.R. V. saphena oder V. femoralis) sinnvoll sein um einen großlumigen Katheter zu platzieren. Daher sollte bei Patienten in extremis, bei denen der Leistenpuls nicht sicher tastbar ist, der Gefäßzugang entweder ultraschallgestützt oder als chirurgischer „Cut-Down“ erfolgen.

- Bei Patienten in extremis, bei denen der Leistenpuls nicht tastbar ist, sollte der Gefäßzugang ultraschallgestützt oder chirurgisch (Cut-Down) erfolgen.
- Bei Schwerbrandverletzten kann die Anlage von zentralem Venenzugang und invasiver arterieller Druckmessung/transpulmonaler Thermodilution je nach Kreislaufstabilität und Verbrennungsausmaß bereits im Schockraum/Aufnahmehab erfolgen [S2k-LL Brandverletzungen 2022].

2. Patienten mit kardiovaskulären Notfällen und respiratorischer Insuffizienz

Allgemeine Aspekte

- Patienten mit respiratorischer Insuffizienz oder kardiovaskulären Problemen sollten in der Initialphase

zwei großlumige peripheren Zugänge erhalten. Diese reichen in der Regel aus, um eine sichere Notfallnarkose durchzuführen oder die kontinuierliche Applikation vasoaktiver Substanzen (z. B. Glyceroltrinitrat, Dobutamin) zu beginnen.

- Die Anlage eines ZVK soll die notwendige Differentialdiagnostik (z. B. 12-Kanal-EKG, Point-of-Care-Ultraschall, CT) und Therapie nicht verzögern, da viele (Verdachts-) Diagnosen zeitkritisch sind und eine sofortige Intervention erfordern (z. B. Herzkatheter, nicht-invasive Beatmung, Elektrokardioversion, Pleuradrainage).
- Zur längerfristigen Aufrechterhaltung einer Sedierung und/oder bei längerfristiger oder hochdosierter Therapie mit vasoaktiven Substanzen ist eine ZVK-Anlage sinnvoll. Zur Vermeidung eines iatrogenen Pneumothorax sollte bei respiratorischer Insuffizienz auf die Punktions der V. subclavia verzichtet werden.

Akutes Koronarsyndrom

Die Anlage eines arteriellen Gefäßzugangs kann bei Zeichen der hämodynamischen und/oder respiratorischen Instabilität indiziert sein. Bei der Indikationsstellung und der Wahl des Punktionsortes sollte die Notwendigkeit einer invasiven Diagnostik mittels Koronarangiographie berücksichtigt werden. Im Zweifelsfall sollte die rechte A. femoralis bzw. die rechte A. radialis geschont werden (lokale Vorgaben beachten).

Gerade bei hämodynamisch instabilen Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom (ACS) (z. B. STEMI) sollte der Transfer zum Herzkatheterlabor jedoch nicht verzögert werden, da dort ohnehin eine invasive Blutdruckmessung im Rahmen der spezifischen Instrumentierung etabliert wird.

Hypertensiver Notfall mit Endorgan-schädigung

Bei Patienten mit hypertensivem Notfallschicksal („hypertensive emergency“) soll im Falle einer gesicherten Aortendissektion eine invasive Blutdruckmes-

sung zur bestmöglichen Steuerung der i.v.-Gabe von Antihypertensiva mittels Spritzenpumpe durchgeführt werden. Bei einer Aortendissektion sollte die invasive Druckmessung in der linken A. radialis erfolgen, da diese perioperativ in der Phase der selektiven antegraden Hirnperfusion eine korrekte Einschätzung des zentralen Perfusionsdrucks erlaubt (S2k-LL Aortendissektion 2021). Patienten mit hypertensivem Lungenödem lassen sich häufig durch i.v.-Gabe von Nitroglycerin mittels Spritzenpumpe und nicht-invasiver Ventilation (NIV) rasch stabilisieren, so dass eine invasive Druckmessung individuell diskutiert werden kann.

Kardiogener Schock

Bei Patienten mit kardiogenem Schock (z. B. bei Lungenarterienembolie, Herzinsuffizienz) ist mit Beginn einer notwendigen Inotropika-/Vasopressorentherapie eine invasive Druckmessung indiziert [Cecconi 2014]. Ist absehbar die Implantation eines extrakorporalen Unterstützungssystems (ECLS) geplant, kann dies bei femoral-arterieller ECLS-Kanülierung zu einer zentralen Hypoxie (zerebral, koronar) führen (sog. Harlekin-Syndrom). Entsprechend der Anatomie der supraaortalen Gefäßabgänge ist bei dieser Kanülierungsform der Ort des höchsten Mischblutanteils die rechte obere Extremität. Aufgrund dieser Tatsache sollte bei femoral-arterieller ECLS-Kanülierung die invasive Druckmessung und BGA-Entnahme an einer Arterie der rechten oberen Extremität (z. B. A. radialis rechts) erfolgen, um das Auftreten einer zentralen Hypoxie sofort erkennen zu können (S3-LL ECLS 2021).

Bei kardiovaskulären Notfallpatienten ist hinsichtlich der Indikation für einen ZVK zu beachten, dass viele dieser Patienten bereits im prähospitalen Setting oder im Rahmen der Hausmedikation Antikoagulanzien oder Thrombozytenaggregationshemmer verabreicht bekommen haben.

Respiratorische Insuffizienz

Bei Patienten mit respiratorischer Insuffizienz sollte grundsätzlich eine niedrigschwellige invasive arterielle Blutdruck-

messung mit dem Ziel regelmäßiger arterieller BGA-Analysen erwogen werden. Dies ermöglicht eine optimale Einstellung der Sauerstofftherapie bzw. der invasiven oder nicht-invasiven Beatmung. Hierfür wird aufgrund der guten Zugänglichkeit in der Regel die A. radialis gewählt. In Ausnahmefällen können bei Patienten mit leichter oder vermeintlich temporärer Beeinträchtigung alternativ auch serielle kapilläre BGA-Abnahmen in Betracht gezogen werden (CAVE: abnahmebedingte Artefakte). Rezidivierende arterielle Einmalpunktionen (z. B. mittels Butterfly-Kanüle) zur BGA-Abnahme sollten zur Vermeidung von Komplikationen (z. B. Embolien, Thrombosen, Aneurysmen, arteriovenöse Fisteln, Nervenschädigungen) unterlassen werden [Rowling 2022]. Ein arterieller Katheter ist diesen Punktionen vorzuziehen.

Kardio-respiratorisch kompromittierte Patienten sind oftmals unruhig, schwer zu lagern und haben aufgrund von Komorbiditäten und höherem Lebensalter häufig einen schlechten Venenstatus. Gleichzeitig benötigen viele dieser Patienten eine schnelle und gezielte Stabilisierung. Hier kann die gleichzeitige Anlage eines femoralvenösen und arteriellen Zugangs in derselben Leiste ein gangbarer und vor allem schnell zu realisierender Kompromiss sein (femorale Doppelpunktion). In extremen Notfallsituationen gelegte Zugänge in der Leiste sind jedoch als potentiell unsteril zu betrachten. Daher müssen die Katheter innerhalb von 24 Stunden auf hygienische Aspekte bei der Anlage überprüft und ggf. niederschwellig gewechselt werden. Hierfür ist eine dokumentierte Übergabe an die weiterbehandelnden Kollegen nach der Versorgung in der Notaufnahme bzw. dem Schockraum über die Anlageart essenziell.

- Die Indikation zur Punktion der V. jugularis interna ist bei respiratorisch kompromittierten Patienten mit ungesichertem Atemweg kritisch zu stellen, da durch die hierfür erforderliche sterile Abdeckung in der Regel der Kopf verdeckt ist und sowohl die visuelle Überwachung des Patienten als auch die Kommunika-

tion/Interaktion mit dem Patienten eingeschränkt ist. Wenn dennoch die V. jugularis interna punktiert werden soll, kann die Verwendung von sterilen Abdecktüchern mit durchsichtiger Folie dabei helfen, die Position des Kopfes besser zu kontrollieren und Patienten mit Platzangst ein Raumgefühl zu vermitteln.

- Die femorale Doppelpunktion der ipsilateralen Arterie und Vene kann unter Notfallbedingungen eine praktikable Option sein, sollte jedoch innerhalb von 24 Stunden auf hygienische Aspekte überprüft und ggf. entfernt werden.

3. Neurotrauma, Vigilanzminde rung und zerebrovaskuläre Ereignisse

Schweres Schädel-Hirn-Trauma

Die Anlage eines ZVK darf die Zeit bis zur Bildgebung nicht verzögern. Gleichermaßen gilt für die Anlage eines invasiven arteriellen Zugangs [Firsching 2015].

Der früher angenommene negative Zusammenhang zwischen vermindertem venösem Abstrom und erhöhtem intrakraniellen Druck konnte in Studien bisher nicht gezeigt werden. Aktuell gibt es außer Einzelfallberichten keine Evidenz, die aus Gründen eines mutmaßlich verminderten venösen Abstroms bei SHT gegen die Anlage eines ZVKs in die V. jugularis spricht.

In der initialen Phase der Schockraumversorgung sollte aufgrund einer Wirbelsäulenimmobilisation und der Lagerung mit erhöhtem Oberkörper auf eine ZVK Anlage in der V. jugularis verzichtet werden.

Eine Lagerung mit 15–30° angehobenem Oberkörper wird bei V.a. erhöhten intrakraniellen Druck vielfach empfohlen [Wallesch 2019] und kann zur Senkung hoher intrakranieller Druckwerte bei Schädel-Hirn-Trauma erwogen werden [Firsching 2015, S1-LL Intrakranieller Druck 2023, Che 2023]. Der Nutzen einer generellen Oberkörper-Hochlagerung bei Schädel-Hirn-Trauma wurde bisher jedoch nicht gezeigt [Alarcon 2016]. Falls eine Katheteranlage in die

V. jugularis erforderlich ist, kann diese auch bei erhöhtem Oberkörper durchgeführt werden [Brederlau 2004].

Unklare Vigilanzminderung

Bei Patienten mit unklarer Vigilanzminderung ist eine zerebrale Bildgebung mit hoher Priorität durchzuführen. Die Anlage eines ZVK sollte die Zeit bis zur Bildgebung nicht verzögern [Lutz 2021, Stevens 2015]. Gleiches gilt für die Anlage einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung. Insofern soll die Indikation zur ZVK-Anlage äußerst streng gestellt werden und nur dann erfolgen, wenn eine kardiopulmonale Stabilisierung des Patienten oder ein venöser Zugang für die Gabe von Kontrastmittel nicht anderweitig möglich ist. Für die Kontrastmittelgabe im Rahmen der Bildgebung sollte ein separater großlumiger peripherenöser Zugang vorliegen.

Neu aufgetretenes neurologisches Defizit mit V.a. zerebrale Ischämie / intrazerebrale Blutung

Bei Patienten mit klinischem V.a. zerebrale Ischämie oder V.a. intrazerebrale Blutung ist eine zerebrale Bildgebung mit hoher Priorität schnellstmöglich durchzuführen [Ringleb 2022]. Die Anlage eines ZVK ist in dieser Situation eher von untergeordneter Bedeutung, da nur in wenigen Fällen der hochdosierte Einsatz von Katecholaminen notwendig ist und auch Massentransfusionen oder die Substitution sonstiger größerer Volumina kaum vorkommen dürften. Vor dem Hintergrund der zeitkritischen Therapieeinleitung bei der zerebralen Ischämie und Blutung soll sich die Zeit bis zur Bildgebung durch die ZVK-Anlage und Anlage einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung nicht verlängern.

Sollte dies dennoch erforderlich sein, ist die Einlage von arteriellen und zentralvenösen Kathetern in die rechte Leiste aufgrund der möglichen Notwendigkeit einer späteren endovaskulären mechanischen Thrombektomie zu vermeiden. Wie bereits oben erwähnt, sollte für die reibungslose Kontrastmittelgabe der Bildgebung ein frei verfügbarer großlumiger peripherenöser Zugang verfügbar sein.

Hinweis: Die Punktion der V. subclavia kann nur in Betracht gezogen werden, wenn keine systemische Thrombolyse (Verabreichung von stark gerinnungssaktiven Substanzen) angewendet wird.

Nachgewiesene zerebrale Ischämie

Bei Patienten mit nachgewiesener zerebraler Ischämie und notwendiger mechanischer Thrombektomie soll die mechanische Thrombektomie nicht durch die Anlage von ZVK oder invasiver arterieller Blutdruckmessung verzögert werden [Ringleb 2022]. Sollte dennoch im Schockraum vor dem Transport in die Angiographie die Anlage eines invasiven Zugangs erforderlich werden, ist dessen Platzierung in die rechte Leiste zu vermeiden. In der Regel kann die Anlage einer arteriellen Blutdruckmessung jedoch im Angiographieraum parallel zu den Thrombektomievorbereitungen erfolgen.

Nachgewiesene intrazerebrale und subarachnoidale Blutung

Eine Lagerung mit 15–30° angehobenem Oberkörper bei klinischem V.a. erhöhten intrakraniellen Druck wird empfohlen und sollte im Falle einer notwendigen ZVK-Anlage so konsequent wie möglich eingehalten werden [Steinmetz 2019, Forsting 2023].

Vor allem bei Patienten mit subarachnoidalaler Blutung kann die Anlage einer externen Ventrikeldrainage notwendig sein (z. B. bei zu erwartendem oder manifestem Hydrocephalus internus). Falls die Anlage einer externen Ventrikeldrainage aufgrund eines manifesten intrakraniellen Drucks dringlich erforderlich ist, soll dies durch die ZVK-Anlage im Schockraum nicht verzögert werden, sie kann in der Regel problemlos parallel im OP durchgeführt werden [Hoh 2023, Steiner 2021].

Bei Subarachnoidalblutung ist meist eine frühzeitige Ursachensuche mittels digitaler Subtraktionsangiographie indiziert. Der Nutzen einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung für die Dauer der endovaskulären Intervention ist bisher nicht belegt [Hoh 2023].

- **Zeitkritische Maßnahmen:** Die Anlage eines ZVK oder eines inva-

siven arteriellen Zugangs darf die Bildgebung bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma, unklarer Vigilanzminderung, zerebraler Ischämie oder intrakraniellen Blutungen nicht verzögern.

- **Anlage arterielle Blutdruckmessung und ZVK:** Bei zerebraler Ischämie und (vermutlich) anstehender Thrombektomie ist die Anlage einer arteriellen Blutdruckmessung oder eines ZVK in der rechten Leiste zu vermeiden.
- **Oberkörperlagerung:** Eine Lagerung mit 15–30° angehobenem Oberkörper wird bei erhöhtem intrakraniellen Druck empfohlen und sollte auch bei notwendiger ZVK-Anlage beibehalten werden.
- **Parallelisierung von Abläufen:** Bei Patienten mit zerebralen Ischämien oder intrakraniellen Blutungen sollte die Anlage von Kathetern und die Vorbereitung weiterer Therapiemaßnahmen (z. B. Thrombektomie, Ventrikeldrainage) parallel erfolgen, um Verzögerungen zu vermeiden.

4. Sepsis und Multiorgan-dysfunktion

Die S3-LL Sepsis empfiehlt, dass alle Patienten, die Vasopressoren benötigen, einen arteriellen Katheter erhalten, sobald dies praktisch realisierbar und Ressourcen verfügbar sind [S3-LL Sepsis 2018 G6].

- Vasopressorpflichtige Patienten sollen zeitnah einen arteriellen Katheter erhalten.

Es wird empfohlen, dass zusätzliche Flüssigkeitsgaben nach dem initialen Flüssigkeitsbolus im Rahmen der weiteren initialen Stabilisierung durch häufig wiederholte Kontrollen des hämodynamischen Status (u. a. arterielle und zentralvenöse Sauerstoffsättigung) begleitet werden [S3-LL Sepsis 2018 A3].

- Die Flüssigkeitstherapie sollte durch arterielle und zentralvenöse Kontrollen erfolgen.

Bei Patienten mit Multiorgandysfunktion, die absehbar eine Nierenersatztherapie benötigen, kann frühzeitig an die Anlage eines Dialysekatheters gedacht werden. Hierbei empfiehlt sich neben den klassi-

ischen 2-Lumigen-Kathetern ein Katheter mit einem dritten Lumen, idealerweise mit versetzten Lumina, welcher für die Verabreichung von Katecholaminen und Vasopressoren genutzt werden kann.

- Bei Patienten mit manifester Sepsis, Hyperkaliämie und/oder akutem Nierenversagen oder Multiorgan-dysfunktion kann bereits im Schockraum ein Dialysekatheter zur schnellen Initiierung einer Nierenersatztherapie gelegt werden.

Die Etablierung einer speziellen arteriellen PiCCO™-Kanüle zur Messung des Herzzeitvolumens (in Verbindung mit einem thorakozervikalen ZVK) kann bereits im Schockraum erfolgen, jedoch existieren derzeit keine Daten für eine Empfehlung [S3-LL Sepsis 2018 A5].

Bei der ZVK-Anlage sollte neben der Blutentnahme auch an die Entnahme von Blutkulturen gedacht werden (mindestens 2–3 Paar)

5. Herz-Kreislauf-Stillstand

Für die primäre Durchführung einer kardiopulmonalen Reanimation im Schockraum sind peripherenöse Zugänge zur Applikation von Medikamenten nach den Leitlinien der European Resuscitation Councils ausreichend [Soar 2021].

Ein i.o.-Zugang stellt eine Alternative zum peripherenösen Zugang bei der kardiopulmonalen Reanimation dar, es gibt jedoch Studien, die ein schlechteres neurologisches Behandlungsergebnis bei der Verwendung des i.o.-Zugangs zeigen [Feinstein 2017, Kawano 2018, Mody 2019, Monaco 2023, Hubar 2023].

Eine weitere Alternative ist die Etablierung eines ZVK (V. jugularis interna, V. subclavia, V. femoralis) möglichst unter Sonografie-Kontrolle. Der ZVK kann Vorteile bei der Medikamentenapplikation über einen längeren Zeitraum bieten (z. B. höhere Sicherheit gegenüber Dislokation, Vermeidung eines Paravasates bei Gabe von Natriumbikarbonat, höhere pH-Werte der Medikation tolerierbar). Bei fortgesetzten Thoraxkompressionen über manuelle Kompression oder eine automatische Reanimationshilfe ist der V. jugularis-Zugang oder die V. femoralis zu präferieren. Die Schaffung eines

V. subclavia-Zugangs kann durch die Thoraxkompressionen deutlich erschwert sein (z. B. Platz, Bewegungsartefakte). Jedoch muss bei der Anlage eines ZVKs in die V. femoralis unter Thoraxkompressionen die Möglichkeit einer Etablierung von Kanülen zur extrakorporeale Reanimation (eCPR) berücksichtigt werden. Kommen Verfahren zur eCPR in Betracht, dann sollten vor allem die Femoralgefäß, ggf. auch für eine Koronarintervention, geschont werden.

- Bei einer Entscheidung zur eCPR sollten die hausinternen Standards bzgl. der zu kanülierenden Gefäße berücksichtigt werden.

Eine wesentliche Schwierigkeit ergibt sich auch aus der nicht immer klaren Diskriminierungsmöglichkeit der Lage (venös vs. arteriell) bei einer Punktation unter Reanimationsmaßnahmen, so dass eine BGA zur Unterscheidung welches Gefäß punktiert wurde, nicht immer eine verlässliche Antwort liefert. Die sonografische Lagekontrolle des Drahtes (z. B. mittels transösophagealer Echokardiographie) vor dem Seldinger-Manöver kann hierbei eine Abhilfe schaffen und eine klare Lagebeurteilung ermöglichen. Bei Patienten unter kardiopulmonaler Reanimation durch akzidentielle Hypothermie könnten Seldingerdrähte von thorakozervikalen ZVK bei intrakardialer Position rezidivierende Herzrhythmusstörungen/Kammerflimmern auslösen.

Die kontinuierliche invasive arterielle Blutdruckmessung ermöglicht eine Schlag-für-Schlag Analyse des Blutdrucks und kann insbesondere zur Visualisierung des diastolischen Blutdrucks und des Effektes von no-flow oder low-flow-Situationen hilfreich sein. Hinsichtlich des Anlageortes einer arteriellen Blutdruckmessung können die üblichen Lokalisationen gewählt werden (A. radialis, A. femoralis, ggf. A. brachialis). Jedoch sind unter kardiopulmonaler Reanimation die Aa. radiales häufig besonders filigran und nicht immer einfach zu punktieren. Hier können die Aa. femorales ggf. deutlich einfacher zu instrumentieren sein, jedoch mit den bereits für die venöse Punktion aufgeführten Problematiken und Hinweisen zur Anlagenlokalisierung.

Nach erfolgreicher kardiopulmonaler Reanimation und Erreichen eines Spontankreislaufes (ROSC) hängt das weitere Instrumentierungsverhaltes (für oder gegen einen ZVK oder einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung) im Wesentlichen von der weiteren Versorgung ab. Revaskularisierungsmaßnahmen im Sinne einer Koronarintervention sollten bei Vorhandensein von funktionstüchtigen peripherenösen Zugängen nicht durch die Anlage eines ZVKs verzögert werden. Ist zunächst keine Revaskularisierungsstrategie geplant, so kann noch im Schockraum eine Instrumentierung mit einem ZVK und einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung erfolgen, bevor oder nachdem weitere diagnostische Schritte (z. B. Postreanimations-CT) durchgeführt werden.

- Patienten, die nach oder unter laufenden Reanimationsmaßnahmen im Schockraum vorgestellt werden, sollten bei Vorhandensein von suffizienten peripherenösen Zugängen primär eine invasive arterielle Blutdruckmessung erhalten.

Literatur

Einleitung

Struck 2018

Struck MF, Fakler JKM, Bernhard M, et al. Mechanical complications and outcomes following invasive emergency procedures in severely injured trauma patients. Sci Rep 2018;8:3976. doi: 10.1038/s41598-018-22457-9.

Bernhard 2018

Bernhard M, Döll S, Hartwig T, et al. Resuscitation room management of critically ill nontraumatic patients in a German emergency department (OBSERVE-study). Eur J Emerg Med 2018;25:e9-e17. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000543.

I. Allgemeine Empfehlungen

1. Indikation

ERC 2021

Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, Van de Voorde P, Madar J, Zideman D, Mentzelopoulos S, Bossaert L, Greif R, Monsieurs K, Svarasdóttir H, Nolan JP; European Resuscitation Council Guideline Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines 2021:

Executive summary. Resuscitation. 2021 Apr;161:1-60. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.003. Epub 2021 Mar 24. Erratum in: Resuscitation. 2021 May 4;163:97-98. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.04.012. PMID: 33773824.

S1-LL IO 2017

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-042>

S3-LL Polytrauma 2022

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-023>

Hubar 2023

Hubar I, Fischer M, Monaco T, Gräsner JT, Westenfeld R, Bernhard M.

Development of the epidemiology and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest using the data of the German Resuscitation Register over a 15-year period (EpiCPR study). Resuscitation 2023; 182: 109648

S3-LL Kardiogener Schock 2019

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/019-013>

S1-LL intensivpflegerische Versorgung kardiogener Schock 2022

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/113-002>

Jung 2023

Jung C, Boeken U, Schulze PC, Frantz S, Hermes C, Kill C, Marohl R, Voigt I, Wolfrum S, Bernhard M, Michels G. Monitoring kardiovaskulärer Notfallpatienten in der Notaufnahme. Konsensuspapier der DGK, DGNA und DGIIN. Med Klin Intensivmed Notmed 2023; 118: 39-46

2. Hygiene

RKI1 2017

Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen : Teil 1 – Nichttunnele zentralvenöse Katheter Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2017;60:171-206. doi: 10.1007/s00103-016-2487-4.

RKI2 2017

Robert Koch-Institut: Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen Teil 2 – Peripherenöse Verweilkanülen und arterielle Katheter Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsbl • 2017; 60:207–215 DOI 10.1007/s00103-016-2488-3

Timsit 2013

Timsit JF, Bouadma L, Mimo O, Parienti JJ, Garrouste-Orgeas M, Alfandari S, Plantefève G, Bronchard R, Troche G, Gauzit R, Antona M, Canet E, Bohe J, Herrault MC, Schwebel C, Ruckly S, Souweine B, Lucet JC. Jugular versus femoral short-term catheterization and risk of infection in intensive care unit patients. Causal analysis of two randomized trials. Am J Respir Crit Care Med. 2013 Nov 15;188(10):1232-9. doi: 10.1164/rccm.201303-0460OC. PMID: 24127770.

O’Grady 2023

O’Grady NP. Prevention of Central Line-Associated Bloodstream Infections. N Engl J Med. 2023 Sep 21;389(12):1121-1131. doi: 10.1056/NEJMra2213296. PMID: 37733310.

Parienti 2015

Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, et al. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. N Engl J Med 2015;373:1220-1229. doi: 10.1056/NEJMoa1500964.

Minoz 2015

Mimo O, Lucet JC, Kerforne T, et al. Skin antisepsis with chlorhexidine-alcohol versus povidone iodine-alcohol, with and without skin scrubbing, for prevention of intravascular-catheter-related infection (CLEAN): an open-label, multicentre, randomised, controlled, two-by-two factorial trial. Lancet. 2015;386:2069-2077. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00244-5.

Guzzo 2006

Guzzo JL, Seagull FJ, Bochicchio GV, et al. Mentors decrease compliance with best sterile practices during central venous catheter placement in the trauma resuscitation unit. Surg Infect (Larchmt) 2006;7:15-20 doi: 10.1089/sur.2006.7.15.

Lemaster 2010

Lemaster CH, Agrawal AT, Hou P, et al. Systematic review of emergency department central venous and arterial catheter infection. Int J Emerg Med 2010;3:409-423 doi: 10.1007/s12245-010-0225-5.

3. Sonografie und Punktion

Tada 2022

Tada M, Yamada N, Matsumoto T, Takeda C, Furukawa TA, Watanabe N. Ultrasound guidance versus landmark method for peripheral venous cannulation in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2022 Dec 12;12(12):CD013434. doi: 10.1002/14651858.CD013434.pub2. PMID: 36507736; PMCID: PMC9744071.

Berlanga-Macias 2022,

Berlanga-Macías C, Díez-Fernández A, Martínez-Hortelano JA, Sequí-Domínguez I,

Saz-Lara A, Pozuelo-Carrascosa D, Martínez-Vizcaíno V. Ultrasound-guided versus traditional method for peripheral venous access: an umbrella review. BMC Nurs. 2022 Nov 9;21(1):307. doi: 10.1186/s12912-022-01077-9. PMID: 36352386; PMCID: PMC9644458.

Poulsen 2023

Poulsen E, Aagaard R, Bisgaard J, Sørensen HT, Juhl-Olsen P. The effects of ultrasound guidance on first-attempt success for difficult peripheral intravenous catheterization: a systematic review and meta-analysis. Eur J Emerg Med. 2023 Apr 1;30(2):70-77. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000993. Epub 2023 Jan 20. PMID: 36727865.

Brass1 2015

Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. Cochrane Database Syst Rev. 2015 Jan 9;1(1):CD006962. doi: 10.1002/14651858.CD006962.pub2. PMID: 25575244; PMCID: PMC6517109.

Brass2 2015

Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. Cochrane Database Syst Rev. 2015 Jan 9;1(1):CD011447. doi: 10.1002/14651858.CD011447. PMID: 25575245; PMCID: PMC6516998.

SSAICM 2015

Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Acta Anaesthesiol Scand 2014;58:508-524. doi: 10.1111/aas.12295.

ASA 2020,

Practice Guidelines for Central Venous Access 2020: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. Anesthesiology 2020;132:8-43. doi: 10.1097/ALN.0000000000002864.

ESA 2020,

Lamperti M, Biasucci DG, Disma N, et al. European Society of Anaesthesiology guidelines on peri-operative use of ultrasound-guided for vascular access (PERSEUS vascular access). Eur J Anaesthesiol 2020;37:344-376. doi: 10.1097/EJA.0000000000001180.

SRLF 2020

Timsit JF, Baleine J, Bernard L, et al. Expert consensus-based clinical practice guidelines management of intravascular catheters in the intensive care unit. Ann Intensive Care

2020;10:118. doi: 10.1186/s13613-020-00713-4.

S3-LL Polytrauma 2022

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-023>

Lazaar 2021

Lazaar S, Mazaad A, Delsuc C, et al. Ultrasound guidance for urgent arterial and venous catheterisation: randomised controlled study. *Br J Anaesth* 2021;127:871-878. doi: 10.1016/j.bja.2021.07.023.

Schummer 2015

Schummer W. Pre-procedure ultrasound increases the success and safety of central venous catheterization. *Br J Anaesth* 2015;114:853. doi: 10.1093/bja/aev086.

Peters 2015

Peters C, Schwarz SK, Yarnold CH, Kojic K, Kojic S, Head SJ. Ultrasound guidance versus direct palpation for radial artery catheterization by expert operators: a randomized trial among Canadian cardiac anesthesiologists. *Can J Anaesth.* 2015 Nov;62(11):1161-8. doi: 10.1007/s12630-015-0426-8. Epub 2015 Jul 10. PMID: 26159436.

4. Lagekontrolle und Funktionstest

ASA 2020

Practice Guidelines for Central Venous Access 2020: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology* 2020;132:8-43. doi: 10.1097/ALN.0000000000002864.

Brindley 2024

Brindley PG, Deschamps J, Milovanovic L, Buchanan BM. Are routine chest radiographs still indicated after central line insertion? A scoping review. *J Intensive Care Soc.* 2024 Feb 19;25(2):190-207. doi: 10.1177/17511437241227739. PMID: 38737308; PMCID: PMC11086721.

5. Fixation und Sicherung

Struck 2019

Struck MF, Friedrich L, Schleifenbaum S, et al. Effectiveness of different central venous catheter fixation suture techniques: An in vitro crossover study. *PLoS One* 2019;14:e0222463. doi: 10.1371/journal.pone.0222463.

Valchanov 2017

Valchanov K. Suturing central venous catheters. *Br J Anaesth.* 2017 May 1;118(5):805-806. doi: 10.1093/bja/aex111. PMID: 28510755.

Stella 2017

Stella, J., Henrich, M., Buess, M., & Wolff, M. (2017). Zentraler Venenkatheter – Schritt

für Schritt. *Pneumologie (Stuttgart, Germany)*, 71(7), 454–459.

6. Mechanische Komplikationen

Struck 2017

Struck MF, Hilbert-Carius P, Hossfeld B, et al. Anästhesiologisches Vorgehen und invasive Gefäßzugänge bei der klinischen Erstversorgung von schwer verletzten Patienten in Deutschland: Onlineumfrage. *Anaesthesia* 2017;66:100-108. doi: 10.1007/s00101-016-0258-0.

Struck 2018

Struck MF, Fakler JKM, Bernhard M, et al. Mechanical complications and outcomes following invasive emergency procedures in severely injured trauma patients. *Sci Rep* 2018;8:3976. doi: 10.1038/s41598-018-22457-9.

Hamada 2018

Hamada SR, Fromentin M, Ronot M, et al. Femoral arterial and central venous catheters in the trauma resuscitation room. *Injury* 2018;49:927-932. doi: 10.1016/j.injury.2018.03.026.

Choron 2015

Choron RL, Wang A, Van Orden K, et al. Emergency central venous catheterization during trauma resuscitation: a safety analysis by site. *Am Surg* 2015;81:527-531. doi: 10.1177/000313481508100538.

Ives 2012

Ives C, Moe D, Inaba K, et al. Ten years of mechanical complications of central venous catheterization in trauma patients. *Am Surg* 2012;78:545-549. doi: 10.1177/000313481207800535.

Scalea 1994

Scalea TM, Sinert R, Duncan AO, et al. Percutaneous central venous access for resuscitation in trauma. *Acad Emerg Med* 1994;1:525-531. doi: 10.1111/j.1553-2712.1994.tb02547.x.

Pappas 1992

Pappas P, Brathwaite CE, Ross SE. Emergency central venous catheterization during resuscitation of trauma patients. *Am Surg* 1992;58:108-111. PMID: 1550301.

Takashima 2018

Takashima M, Schults J, Mihala G, et al. Complication and Failures of Central Vascular Access Device in Adult Critical Care Settings. *Crit Care Med* 2018;46:1998-2009. doi: 10.1097/CCM.0000000000003370.

Parienti 2015

Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, et al. Intravascular Complications of Central

Venous Catheterization by Insertion Site. *N Engl J Med* 2015;373:1220-1229. doi: 10.1056/NEJMoa1500964.

Gibson 2013

Gibson F, Bodenham A. Misplaced central venous catheters: applied anatomy and practical management. *Br J Anaesth* 2013;110:333-346. doi: 10.1093/bja/ae8497.

Schummer 2007

Schummer W, Schummer C, Rose N, et al. Mechanical complications and malpositions of central venous cannulations by experienced operators. A prospective study of 1794 catheterizations in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2007;33:1055-1059. doi: 10.1007/s00134-007-0560-z.

Polderman 2002

Polderman KH, Girbes AJ. Central venous catheter use. Part 1: mechanical complications. *Intensive Care Med* 2002;28:1-17. doi: 10.1007/s00134-001-1154-1159.

McGee 1993

McGee WT, Ackerman BL, Rouben LR, et al. Accurate placement of central venous catheters: a prospective, randomized, multicenter trial. *Crit Care Med* 1993;21:1118-1123. doi: 10.1097/00003246-199308000-00008.

Salmon 2010

Salmon AA, Galhotra S, Rao V, et al. Analysis of major complications associated with arterial catheterisation. *Qual Saf Health Care* 2010;19:208-212 doi: 10.1136/qshc.2008.028597.

Ängeby 2024

Ängeby E, Adrian M, Bozovic G, Borgquist O, Kander T. Central venous catheter tip misplacement: A multicentre cohort study of 8556 thoracocervical central venous catheterisations. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2024 Apr;68(4):520-529. doi: 10.1111/aas.14380. Epub 2024 Feb 13. PMID: 38351546.

Struck 2019

Struck MF, Friedrich L, Schleifenbaum S, et al. Effectiveness of different central venous catheter fixation suture techniques: An in vitro crossover study. *PLoS One* 2019;14:e0222463. doi: 10.1371/journal.pone.0222463.

Pokharel 2015

Pokharel K, Biswas BK, Tripathi M, et al. Missed Central Venous Guide Wires: A Systematic Analysis of Published Case Reports. *Crit Care Med* 2015;43:1745-1756. doi: 10.1097/CCM.0000000000001012.

Chreiman 2018

Chreiman KM, Dumas RP, Seamon MJ, et al. The intraosseous have it: A prospective

observational study of vascular access success rates in patients in extremis using video review. *J Trauma Acute Care Surg* 2018;84:558-563. doi: 10.1097/TA.0000000000001795.

Giustivi 2022

Giustivi D, Baroni M, Di Capua M, Paglia S. On-demand use of peripheral arterial catheters outside the Intensive Care Unit: Development and retrospective evaluation of an internal protocol for insertion and management. *J Vasc Access*. 2023 Nov;24(6):1495-1499. doi: 10.1177/11297298221086112. Epub 2022 Mar 27. PMID: 35343297.

Gravante 2020

Gravante F, Lombardi A, Gagliardi AM, Pucci A, Latina R. Dressings and Securement Devices of Peripheral Arterial Catheters in Intensive Care Units and Operating Theaters: A Systematic Review. *Dimens Crit Care Nurs*. 2020 Sep/Oct;39(5):242-250. doi: 10.1097/DCC.0000000000000433. PMID: 32740194.

Owen 2021

Owen VS, Rosgen BK, Cherak SJ, Ferland A, Stelfox HT, Fiest KM, Niven DJ. Adverse events associated with administration of vasopressor medications through a peripheral intravenous catheter: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2021 Apr 16;25(1):146. doi: 10.1186/s13054-021-03553-1. PMID: 33863361; PMCID: PMC8050944.

Yerke 2024

Yerke JR, Mireles-Cabodevila E, Chen AY, Bass SN, Reddy AJ, Bauer SR, Kokoczka L, Dugar S, Moghekar A. Peripheral Administration of Norepinephrine: A Prospective Observational Study. *Chest*. 2024 Feb;165(2):348-355. doi: 10.1016/j.chest.2023.08.019. Epub 2023 Aug 21. PMID: 37611862; PMCID: PMC10851275.

II. Spezielle Notfall-Konstellationen

1. Schwerverletzte Patienten / Polytrauma

Leidel 2012;

Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz K-G. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins. *Resuscitation*. 2012;83(1):40-5.

S3-LL Polytrauma 2022

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-023>

Flumignan 2021

Flumignan RL, Trevisani VF, Lopes RD, et al. Ultrasound guidance for arterial

(other than femoral) catheterisation in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 Oct 12;10(10):CD013585. doi: 10.1002/14651858.CD013585.pub2.

Wortmann 2020

Wortmann M, Engelhart M, Elias K, et al. „Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta“ (REBOA) : Aktuelles zu Material, Indikationen und Grenzen: ein Überblick [Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) : Current aspects of material, indications and limits: an overview]. *Chirurg*. 2020 Nov;91(11):934-942. German. doi: 10.1007/s00104-020-01180-0. PMID: 32514942;

Hilbert-Carius 2020

Hilbert-Carius P, Hauer T, Josse F, et al. REBOA – Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta. *Der Notarzt* 2020; 36(01): 33-45; DOI: 10.1055/a-0880-1157

Jansen 2023

Jansen JO, Hudson J, Cochran C, MacLennan G, Lendrum R, Sadek S, Gillies K, Cotton S, Kennedy C, Boyers D, Ferry G, Lawrie L, Nath M, Wileman S, Forrest M, Brohi K, Harris T, Lecky F, Moran C, Morrison JJ, Norrie J, Paterson A, Tai N, Welch N, Campbell MK; UK-REBOA Study Group; Aylwin C, Bew D, Brooks A, Chinery J, Cowlam T, Frith D, George A, Hudson A, Johnstone P, Mahmood A, Novak A, O'Meara M, Reid S, Sattout A, Smith C, Stansfield T, Thompson J. Emergency Department Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in Trauma Patients With Exsanguinating Hemorrhage: The UK-REBOA Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2023 Nov 21;330(19):1862-1871. doi: 10.1001/jama.2023.20850. PMID: 37824132; PMCID: PMC10570916.

Lendrum 2024

Lendrum RA, Perkins Z, Marsden M, Cochran C, Davenport R, Chege F, Fitzpatrick-Swallow V, Greenhalgh R, Wohlgemut JM, Henry CL, Singer B, Grier G, Davies G, Bunker N, Nevin D, Christian M, Campbell MK, Tai N, Johnson A, Jansen JO, Sadek S, Brohi K. Prehospital Partial Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta for Exsanguinating Subdiaphragmatic Hemorrhage. *JAMA Surg*. 2024 Jul 10:e242254. doi: 10.1001/jamasurg.2024.2254. Epub ahead of print. PMID: 38985496; PMCID: PMC11238066.

2. Patienten mit respiratorischer Insuffizienz und kardiovaskuläre Notfällen

Steiner 2021

Steiner T et al (2021) Behandlung von spontanen intrazerebralen Blutungen, S2k-Leitlinie. In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg) Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie

S2k-LL Aortendissektion 2021

https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/011-0181_S2k_Behandlungder-thorakalen-Aortendissektion-Typ-A_2021-02_1.pdf

Cecconi 2021

Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, Jaeschke R, Mebazaa A, Pinsky MR, Teboul JL et al (2014) Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Taskforce of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 40(12):1795–1815

S3-LL ECLS 2021

[011-0211_S3_Einsatz-der-extrakorporalen-Zirkulation-ECLS-ECMO-bei-Herz-Kreislauversagen_2021-02.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_011-0211_S3_Einsatz-der-extrakorporalen-Zirkulation-ECLS-ECMO-bei-Herz-Kreislauversagen_2021-02.pdf) (awmf.org)

Rowling 2022

Rowling SC, Fløjstrup M, Henriksen DP, Viberg B, Hallenberg C, Lindholt JS, Alberg-Fløjstrup A, Nanayakkara PWB, Brabrand M. Arterial blood gas analysis: as safe as we think? A multicentre historical cohort study. *ERJ Open Res*. 2022 Feb 28;8(1):00535-2021. doi: 10.1183/23120541.00535-2021. PMID: 35237684; PMCID: PMC8883174.

3. Neurotrauma, Apoplex, intrakranielle Blutungen

Schweres Schädel-Hirn-Trauma

Firsching 2015

R. Firsching, E. Rickels, U.M. Mauer, O.W. Sakowitz, M. Messing-Jünger, K. Engelhard für DGAI, P. Schwenkrekis für DGN, J. Linn für DGNR, P. Biberthaler für DGU und K. Schwerdtfeger. S2e Leitlinie Schädel-Hirn-Trauma im Erwachsenenalter. AWMF-Leitlinie 008-001. 2015

Wallesch 2019

Wallesch CW, Schwenkrekis P, Schädel-Hirn-Trauma, in „Referenz Neurologie“, Thieme Verlag, 2019

S1-LL Intrakranieller Druck 2023

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-105>

Che 2023

Che Y, Lu T, Wang T, Zhao H, Song X, Zhan Q, Zhang C, Pan H, Yang K, Wang B. A Meta-analysis of the Clinical Efficacy of the Head-of-Bed Elevation for Patients With Acquired Brain Injury. *J Neurosci Nurs*. 2023 Jun 1;55(3):91-96. doi: 10.1097/JNN.0000000000000703. Epub 2023 Apr 22. PMID: 37094377.

Alarcon 2016

Alarcon JD, Rubiano AM, Okonkwo DO, Alarcón J, Martinez-Zapata MJ, Urrutia G, Bonfill Cosp X. Elevation of the head during intensive care management in

people with severe traumatic brain injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Dec 28;12(12):CD009986. doi: 10.1002/14651858.CD009986.pub2. PMID: 29283434; PMCID: PMC6486002.

Brederlau 2004

Brederlau J, Greim C, Schwemmer U, Haunschmid B, Markus C, Roewer N. Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein in critically ill patients positioned in 30 degrees dorsal elevation. *Eur J Anaesthesiol*. 2004 Sep;21(9):684-7. doi: 10.1017/s0265021504009032. PMID: 15595579.

Unklare Vigilanzminderung

Lutz 2021

Lutz M, Möckel M, Lindner T, Ploner CJ, Braun M, Schmidt WU. The accuracy of initial diagnoses in coma: an observational study in 835 patients with non-traumatic disorder of consciousness. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2021 Jan 12;29(1):15. doi: 10.1186/s13049-020-00822-w. PMID: 33436034; PMCID: PMC7805149.

Stevens 2015

Stevens RD, Cadena RS, Pineda J. Emergency Neurological Life Support: Approach to the Patient with Coma. *Neurocrit Care*. 2015 Dec;23 Suppl 2:S69-75. doi: 10.1007/s12028-015-0174-1. PMID: 26438464.

Neu aufgetretenes neurologisches Defizit mit V.a. zerebrale Ischämie/intrazerebrale Blutung

Ringleb 2022

Ringleb P, Köhrmann M, Jansen O., et al.: Akuttherapie des ischämischen Schlaganfalls, S2e-Leitlinie, 2022 Version 1.1, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie (030-064)

Zerebrale Ischämie

Ringleb 2022

Ringleb P, Köhrmann M, Jansen O., et al.: Akuttherapie des ischämischen Schlaganfalls, S2e-Leitlinie, 2022 Version 1.1, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie (030-064)

Intrazerebrale und subarachnoidale Blutung

Steinmetz 2019

Steinmetz H, Beck J. Spontane Subarachnoidalblutung, in „Referenz Neurologie“, Thieme Verlag 2019

Forsting 2023

Forsting M, Pfefferkorn T, Sure U. Subarachnoidalblutung (SAB), in „Therapie und Verlauf neurologischer Erkrankungen“, Kolhammer Verlag, 8. Auflage, 2023

Hoh 2023

Hoh BL, Ko NU, Amin-Hanjani S, Chou SH-Y, Cruz-Flores S, Dangayach NS, Derdeyn CP, Du R, Hänggi D, Hetts SW, Ifejika NL, Johnson R, Keigher KM, Leslie-Mazwi TM, Lucke-Wold B, Rabinstein AA, Robicsek SA, Stapleton CJ, Suarez JI, Tjoumakaris SI, Welch BG. 2023 Guideline for the Management of Patients With Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2023 Jul;54(7):e314-e370. doi: 10.1161/STR.000000000000436. Epub 2023 May 22. Erratum in: *Stroke*. 2023 Dec;54(12):e516. doi: 10.1161/STR.000000000000449. PMID: 37212182.

Steiner 2021

Steiner T, Unterberg A. et al., Behandlung von spontanen intrazerebralen Blutungen, S2k-Leitlinie, 2021, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie (030-002)

4. Sepsis und Multiorgandysfunktion

S3-LL Sepsis 2018

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/079-001>

5. Herz-Kreislauf-Stillstand

Soar 2021

Soar J, Böttiger BW, Carli P, Couper K, Deakin CD, Djärv T, Lott C, Olasveengen T, Paal P, Pellis T, Perkins GD, Sandroni C, Nolan JP. Erweiterte lebensrettende Maßnahmen für Erwachsene: Leitlinien des European Resuscitation Council 2021 [Adult advanced life support]. *Notf Rett Med*. 2021;24(4):406-446. German. doi: 10.1007/s10049-021-00893-x. Epub 2021 Jun 8. PMID: 34121923; PMCID: PMC8185697.

Feinstein 2017

Feinstein BA, Stubbs BA, Rea T, Kudenchuk PJ. Intraosseous compared to intravenous drug resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2017 Aug;117:91-96. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.06.014. Epub 2017 Jun 16. PMID: 28629995.

Kawano 2018

Kawano T, Grunau B, Scheuermeyer FX, Gibo K, Fordyce CB, Lin S, Stenstrom R, Schlamp R, Jenneson S, Christenson J. Intraosseous Vascular Access Is Associated With Lower Survival and Neurologic Recovery Among Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Ann Emerg Med*. 2018 May;71(5):588-596. doi: 10.1016/j.annemergmed.2017.11.015. Epub 2018 Jan 6. PMID: 29310869.

Mody 2019

Mody P, Brown SP, Kudenchuk PJ, Chan PS, Khera R, Ayers C, Pandey A, Kern KB, de Lemos JA, Link MS, Idris AH. Intraosseous versus intravenous access in patients with out-of-hospital cardiac arrest: Insights from the resuscitation outcomes consortium continuous chest compression trial. *Resuscitation*. 2019 Jan;134:69-75. doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.10.031. Epub 2018 Nov 1. PMID: 30391366.

Monaco 2023

Monaco T, Fischer M, Michael M, Hubar I, Westenfeld R, Rauch S, Gräsner JT, Bernhard M. Impact of the route of adrenaline administration in patients suffering from out-of-hospital cardiac arrest on 30-day survival with good neurological outcome (ETIVIO study). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2023 Mar 30;31(1):14. doi: 10.1186/s13049-023-01079-9. PMID: 36997973; PMCID: PMC10061896.

Hubar 2023

Hubar I, Fischer M, Monaco T, Gräsner JT, Westenfeld R, Bernhard M. Development of the epidemiology and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest using data from the German Resuscitation Register over a 15-year period (EpicPc study). *Resuscitation*. 2023 Jan;182:109648. doi: 10.1016/j.resuscitation.2022.11.014. Epub 2022 Nov 21. PMID: 3642373

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med.
Manuel Florian
Struck



Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie
Universitätsklinikum Leipzig
Liebigstraße 20
04103 Leipzig, Deutschland
E-Mail: manuelflorian.struck@medizin.uni-leipzig.de
ORCID-ID: 0000-0002-0070-3406

An der Erstellung des Beitrags „S1-Leitlinie Gefäßzugänge bei der Akutversorgung erwachsener Notfallpatienten im Schockraum“ haben maßgeblich mitgewirkt:

Manuel Florian Struck

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Leipzig

Dan Bieler

Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Wiederherstellungs- und Handchirurgie, Verbrennungsmedizin, Bundeswehrzentralkrankenhaus Koblenz

Anett Henck

Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Heidelberg
Geschäftsbereich Pflegedirektion, Städtisches Klinikum Karlsruhe gGmbH

Carsten Hermes

Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg
Akkon Hochschule für Humanwissenschaften, Akkon-Hochschule für Humanwissenschaften, Berlin

Michael Kegel

Bildungskademie der Gesundheit Nord gGmbH, Klinikverbund Bremen, Bremen

Matthias Klein

Neurologische Klinik und Poliklinik, Klinikum der Ludwigs-Maximilian-Universität München

Philipp Kümpers

Sektion Interdisziplinäre Notaufnahme, Zentrum für Klinische Akut und Notfallmedizin, Medizinische Klinik D, Universitätsklinikum Münster

Dominik Michalski

Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universitätsklinikum Leipzig

Michael Bernhard

Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Düsseldorf

Beteiligte Fachgesellschaften

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI) (Federführung) / dgai@dgai-ev.de

Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin e. V. (DGIIIN) / gs@dgiiin.de

Deutsche Gesellschaft interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin, jetzt: Deutsche Gesellschaft für Notfallmedizin (DGINA) / kontakt@dgina.de

Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin (DGNI) / gs@dgni.de

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. (DGU) / office@dgu-online.de

Stand: 11.3.2025

Gültig bis 11.3.2030