

VAW STUD-02: Studie Blutgasanalyse und Therapie von Dyskaliämien.

1. Vorbemerkungen

Die Verfahrensanweisung gilt für die NEF-Standorte 7121 (Homburg) und 5321 (Ottweiler). Im Rahmen der präklinischen Patientenversorgung (z.B. Herzrhythmusstörungen, Bewusstseinsstörungen, Atemnot, Sepsis etc.) wird nach Indikationsstellung eine Blutgasanalyse durchgeführt. Ziel der Studie ist die Detektion von Elektrolytentgleisung. Des Weiteren regelt die Verfahrensanweisung die präklinische Therapie von Dyskaliämien.

Ansprechpartner:

Dr. med. Benedikt Merscher
Universität des Saarlandes
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Schmerz und Notfallmedizin
AG Notfallmedizin
Roman Peter, Jan Pokies, Julian Thiel, Jakob Ule

Kirrberger Str. 100
66421 Homburg/Saar

E-Mail: benedikt.merscher@uks.eu

Die nachfolgende Verfahrensanweisung behandelt die Indikationen und die strukturierte Durchführung der Blutgasanalyse für **Notärzte** (und gesondert geschulte **Notfallsanitäter**).

2. Blutgasanalyse

2.1 Indikationsstellung der Blutgasanalyse

Mit der vorgehaltenen Testkarte für das EPOC-Blutanalysegerät lassen sich folgende Messwerte erheben: pH, pCO₂, pO₂, cHCO₃⁻, BE, cSO₂, TCO₂, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻, Hämatokrit, Hb, Glucose, Lactat, Kreatinin, Harnstoff, Blut-Harnstoff-Stickstoff (BUN, Harnstoff-Stickstoff = Harnstoff x 0,467).

Eine Blutgasanalyse kann als wenig invasive Maßnahme prinzipiell bei verschiedensten Indikationen und Fragestellungen durchgeführt werden. In Abschnitt 3 dieser VAW werden spezifische wissenschaftliche Fragestellungen benannt, aus denen sich das jeweilige Studienklientel mit spezifischer Indikation ergibt.

Grundsätzlich gilt jedoch:

Die Abnahme einer Blutgasanalyse kann auch außerhalb einer wissenschaftlichen Studie nach Maßgabe des Notarztes erfolgen, wenn er sich hiervon wichtige Informationen in Diagnostik und Therapieindikation seines Notfallpatienten verspricht.

Mögliche Indikationen wären beispielsweise:

- Akute Dyspnoe zur Differenzierung zwischen primär kardialen (Lungenödem) und primär pulmonalen Ursachen (COPD) bei multimorbiden Patienten
- Elektrolytstatus bei Herzrhythmusstörungen (Kaliumspiegel vor Amiodarongabe) und vor Gabe von Medikamenten mit arrhythmogenem Potential (z.B. Ondansetron)
- pH-Wert im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation vor Katecholamingabe
- Traumalogische Notfälle, wie z.B. Stürze geriatrischer Patienten oder Schädel-Hirn-Traumata (4,5)

Dateiname:	Datum:	Ersteller:	Version:	Freigabe:	Seite 1 von 6
2025_03_VAW_STUD-02_Studie_Blutgasanalyse_V0.6_Schr.docx	03.2025	RP/BM	0.6	TS	

Zeitkritische Maßnahmen dürfen **nicht** durch eine Blutgasanalyse verzögert werden.

2.2 Ausschluss

Für die Blutgasanalyse werden keine Ausschlusskriterien definiert. Die Ausschlusskriterien der jeweiligen Studien werden in den Kapiteln 3.1 und 3.2 einzeln aufgeführt.

2.3 Materialvorhaltung

Das zur Durchführung der Blutgasanalyse benötigte Material wird in einer **gesonderten Tasche** innerhalb des Rucksacks für erweiterte Diagnostik auf den Notarzteinsetzfahrzeugen 7121 und 5321 vorgehalten.

Die heparinisierten Blutentnahmespritzen sind **ausschließlich** zur Blutentnahme zwecks BGA zu verwenden! Bei sofortiger Verwendung des Probenmaterials kann auch eine nicht Heparin gefüllte 2ml Spritze verwendet werden.

Bei Übernahme des Dienstes (**Tagesroutine**) sowie vor Beginn der Blutgasanalyse (**Routine im Notfalleinsatz**) sollen Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit des zur Messung benötigten Materials auf Sicht kontrolliert werden. Der Akkustand von Epoc-Reader und Epoc-Host soll bei Übernahme des Dienstes überprüft und die Geräte bei Bedarf mit dem beiliegenden Netzkabel geladen werden. Die Verantwortung obliegt hierbei dem NFS (Tagesroutine) und dem Notarzt im Dienst (Routine im Notfalleinsatz).

Ersatzmaterial (Testkarten, Probenspritzen) werden im Nachfülllager vorgehalten. Lösungen für Kontrollmessungen werden im Medikamentenkühlschrank vorgehalten.



Abb. 1: Modultasche mit BGA-Gerät, Netzkabel und Zubehörtasche



Abb. 2: Testkarte



Abb. 3: Probenspritze

2.4 Qualitätssicherung

Für die Qualitätssicherung der Messgenauigkeit nach Richtlinie der Bundesärztekammer (RiLiBÄK) ist die oben genannte Arbeitsgruppe verantwortlich.

Im Rahmen der Qualitätssicherung müssen die Epoc-Blutgasanalysegeräte **zu Beginn jeder Kalenderwoche** (montags) Kontrollmessungen unterzogen werden. Die Kontrollmessungen werden von Teilnehmern der Studiengruppe selbst durchgeführt, können aber nach gegenseitiger Absprache und Einvernehmen delegiert werden. Es werden dazu Lösungen für Kontrollmessungen vom Typ Level 1 und 3 sowie Hct A und Hct B vorgehalten. Die Durchführung der Messungen erfolgt einmal pro Woche **mit wöchentlich abwechselnden** Testkomplexen, bestehend aus jeweils zwei Kontrolllösungen. Diese sind zur vereinfachten Erkennbarkeit farblich markiert (rot und blau). (Bsp.: Woche 1: Testkomplex rot (Level 1 u. Hct A), Woche 2: Testkomplex blau (Level 3 und Hct B). Die

Dateiname:	Datum:	Ersteller:	Version:	Freigabe:	Seite 2 von 6
2025 03 VAW STUD-02 Studie Blutgasanalyse V0.6 Schr.docx	03.2025	RP/BM	0.6	TS	

Lösungen zur Durchführung von Kontrollmessungen sind mindestens eine Stunde vor Verwendung aus dem Kühlschrank zu entnehmen.

Die Durchführung der Kontrollmessungen sowie die gemessenen Werte sind auf dem Formular „Kontrollmessung Epoc (BGA)“ handschriftlich zu dokumentieren und im Ordner „Qualitätssicherung Epoc (BGA)“ einzuheften.

2.5 Vorbereitung der Messung

Das BGA-Gerät besteht aus 2 Komponenten, einem **Reader** und einem **Host** (Abb. 4, Abb. 5). Diese lassen sich modular voneinander trennen.

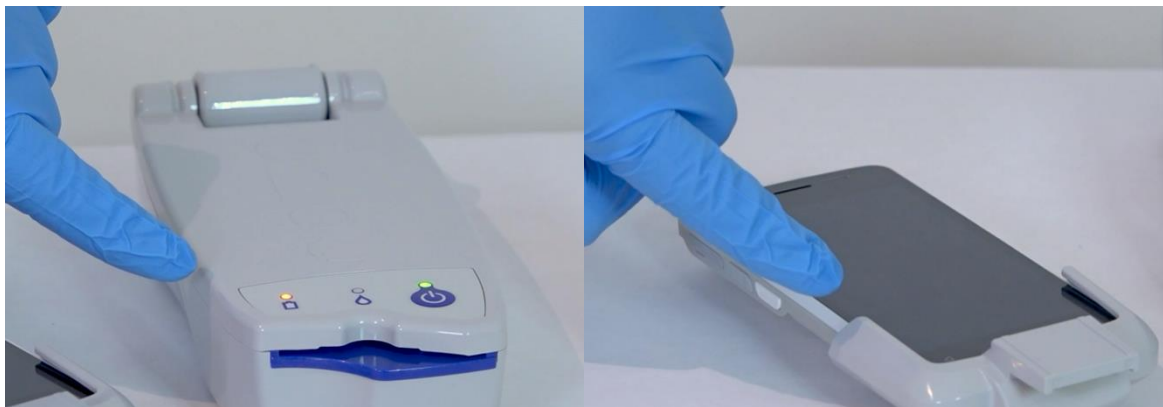


Abb. 4: Reader

Abb. 5: Host

Zur Vorbereitung der Messung wird das Gerät zur Blutgasanalyse aus der Modultasche genommen, aufgeklappt und **zuerst der Epoc-Reader** und **dann der Epoc-Host** eingeschaltet. Sobald das Gerät vollständig hochgefahren ist (40 Sek.), muss durch Scannen des Barcodes auf der Oberseite der Modultasche die Anmeldung auf dem Epoc-Host durchgeführt werden. Die Patienten-ID (Freitext, z.B. Nachname des Patienten) muss in den Epoc-Host eingegeben werden und die Art der Probe (venös, arteriell, kapillär) muss auf dem Epoc-Host ausgewählt werden. In der Zwischenzeit verbindet sich der Epoc-Host mit dem Epoc-Reader. Falls keine Verbindung erfolgen sollte, kann auf das graue Feld mit der Fehlermeldung getippt werden, um direkt einen erneuten Verbindungsversuch zu starten.

Sobald die Meldung „insert new Test Card“ erscheint kann eine Testkarte aus der Verpackung genommen werden und in den Epoc-reader gesteckt werden. Die Testkarte muss in einer flüssigen Bewegung bis zum Anschlag eingeschoben werden. Der Epoc-Host beginnt mit der Kalibrierung (3 Min.). Sobald das Gerät die Meldung „Probe eingeben“ anzeigt, ist es bereit für die Blutgasanalyse.



Abb. 6: Einschalten Reader

Abb. 7: Einschalten Host

Abb. 8: Scannen zum Anmelden



Abb. 9: Vorstecken der Testkarte

Abb. 10: Einschieben der Testkarte

Abb. 11: Aufstecken der
Probenspritze

Dateiname:	Datum:	Ersteller:	Version:	Freigabe:	Seite 3 von 6
2025 03 VAW STUD-02 Studie Blutgasanalyse V0.6 Schr.docx	03.2025	RP/BM	0.6	TS	

2.6 Vorbereitung der Blutprobe

Die Probengewinnung für die venöse BGA findet über einen peripher-venösen Katheter (PVK) statt.

Bei Probengewinnung sollte direkt nach Anlage des PVK die **Stauung für 15 Sekunden geöffnet werden** und eine **heparinisierte Probenspritze** (siehe: 2.3 Materialvorhaltung, Abb. 3) unter vorsichtiger Aspiration mit mindestens 1ml Blut gefüllt werden, **bevor** eine **Medikamentengabe einschließlich kristalloider Infusionslösung** erfolgt. Falls eine Aspiration von Blut nicht ohne Stauung möglich ist, kann eine erneute venöse Stauung angelegt werden und die Probe ist **innerhalb von einer Minute** Probe zu aspirieren.

Eine venöse Stauung von > 1 Minute führt zu veränderten Messwerten! (insbesondere Hyperkaliämie)

Für die Probenentnahme aus einem bereits liegenden PVK mit angeschlossener Infusion sollten vor Blutentnahme mindestens 5ml Blut aspiriert und verworfen werden.

Die Probe darf maximal 30 Minuten aufbewahrt werden. Sollte die Probe nicht unmittelbar verwendet werden, dann muss vor Analyse auf eine homogene Durchmischung geachtet werden.

2.6.1 Sonderfall arterielle Messung

Falls eine arterielle Punktion zur invasiven Blutdruckmessung erfolgt, kann zur Blutgasanalyse eine arterielle Probe entnommen werden.

2.7 Durchführung der Messung

Das Epoc-Blutanalysegerät benötigt zur Messung mindestens 92µl Blut. Die mit Blut gefüllte Probenspritze muss **vor Aufstecken auf die Testkarte entlüftet** werden. Die Probenspritze auf die dafür vorgesehene Aussparung auf der im Epoc-Reader steckenden Testkarte aufstecken. Dann die Spritze aufsetzen und Blut vorsichtig in die Testkarte injizieren, bis ein Piepton zu hören ist. Das Gerät beginnt automatisch mit der Messung. Die Ergebnisse werden nach 30 Sekunden auf dem Display des Epoc-Host angezeigt.

Erscheinen die Werte unplausibel, **vor Beginn der Therapie** erneute BGA erwägen!

3. Studienteile Blutgasanalyse

3.1 Studienteil: Prävalenz von Elektrolytstörungen

Die Studie untersucht die Prävalenz von Elektrolytstörungen, vor allem der Elektrolyte Natrium und Kalium, bei Notfallpatienten und die Therapie von Dyskaliämien.

Dateiname:	Datum:	Ersteller:	Version:	Freigabe:	Seite 4 von 6
2025 03 VAW STUD-02 Studie Blutgasanalyse V0.6 Schr.docx	03.2025	RP/BM	0.6	TS	

4. Therapie symptomatischer Störungen des Kaliumhaushaltes

Im Folgenden werden Behandlungsalgorithmen vorgestellt, die ausschließlich der Behandlung von symptomatischen Entgleisungen des Kaliumhaushalts dienen. Typische Symptome werden in den dafür vorgesehenen Kapiteln noch einmal gesondert aufgeführt. Eine Therapie soll nur bei drohender oder bestehender Lebensgefahr für den Patienten eingeleitet werden.

Klinisch asymptomatische Abweichungen sollen präklinisch **nicht** korrigiert werden!

4.1 Hypokaliämie

Eine Hypokaliämie kann sich klinisch z.B. darstellen als:

- Muskuläre Schwäche bis zur Parese
- Reflexabschwächung
- Vermehrte und neu aufgetretene ventrikuläre Extrasystolen
- Long-QT-Syndrom
- ST-Strecken-Senkungen
- Reanimationssituation

Die Therapie einer symptomatischen Hypokaliämie richtet sich nach den ERC-Leitlinien von 2021(1). Hierfür wird in der Zusatztasche „BGA“ auf den entsprechenden NEF Elozell spezial® 250ml (24mmol Kalium) der Firma Fresenius vorgehalten. Zum Ausgleich der akuten Hypokaliämie muss das Kalium über einen Perfusor appliziert werden. Hierfür sollte folgender Applikationsweg gewählt werden:

- Perfusorspritze mit Infusionsflüssigkeit Elozell spezial® füllen und über den Perfusor mit einer Laufrate von **150ml/h** applizieren (2)
- Höhere Dosierungen sind offlabel use!
- PVK zur Applikation so zentral wie möglich, um Venenreizung zu reduzieren

4.2 Hyperkaliämie

Eine Hyperkaliämie kann sich klinisch z.B. darstellen als:

- Lähmungen
- Schwächegefühl
- Ileussympome
- Spitze T-Wellen
- Flache fehlende P-Wellen
- AV-Blockierungen
- Neu aufgetretener Schenkelblock
- Sinusrhythmus mit breitem QRS-Komplex
- Sinusbradykardie oder langsames Vorhofflimmern
- Ventrikuläre Tachykardie
- Reanimationssituation

Die Behandlung der Hyperkaliämie richtet sich nach den ERC-Leitlinien von 2021 (1). Eine Behandlung wird somit erst ab einem Serumkaliumwert **> 6,0mmol/L** und parallelem Auftreten von unter 4.2 genannten Symptomen eingeleitet. Vor Einleitung der Therapie **MUSS** eine Pseudohyperkaliämie zwingend ausgeschlossen werden. Bitte Punkt 2.6 zur Vorbereitung der Blutprobe beachten. Kann eine Pseudohyperkaliämie aufgrund zu langer Stauung oder zu schneller Aspiration nicht ausgeschlossen werden, so muss bei dem Verdacht auf eine Hyperkaliämie mit klinischer Symptomatik eine neue Blutentnahme erfolgen.

Dateiname:	Datum:	Ersteller:	Version:	Freigabe:	Seite 5 von 6
2025 03 VAW STUD-02 Studie Blutgasanalyse V0.6 Schr.docx	03.2025	RP/BM	0.6	TS	

Zur Kardioprotektion werden in diesem Fall 30ml Calciumglukonat 10% über 5 Minuten appliziert. Die Applikation muss unter **ständiger EKG-Kontrolle** erfolgen und kann bei unverändertem EKG-Befund und klinischem Zustand des Patienten nach 5 Minuten repetiert werden.

Eine zusätzliche schwere metabolische Azidose kann mit der Infusion von 100ml Natriumhydrogencarbonat (NaBic) 8,4% behandelt werden.

Die zeitgleiche Applikation von Calciumglukonat und Natriumhydrogencarbonat muss zwingend unterlassen werden, da es sonst zur Ausbildung von unlöslichen Calciumsalzen kommt, die lebensbedrohliche Komplikationen auslösen können!

Ergänzend zur kardioprotektiven Therapie mit Calciumglukonat können inhalative β_2 -Sympathomimetika zum Kaliumshift nach intrazellulär erwogen werden. Gemäß den ERC-Leitlinien von 2021 empfehlen sich zur inhalativen Verneblung 10-20 mg Salbutamol. Die inhalative Therapie sollte hier parallel zur kardioprotektiven Therapie mit Calciumglukonat 10% und unter Beachtung der allgemein gültigen Kontraindikationen erfolgen. Hierfür wird auf der BGA-Tasche Salbutamol in höherer Dosierung vorgehalten (5mg/ml)

Aufgrund fehlender Evidenz der eliminativen Therapie mit Schleifendiuretika im Rahmen einer Hyperkaliämie ist die Therapie eine Einzelfallentscheidung und durch den Notarzt vor Ort zu treffen. Der verzögerte Wirkeintritt führt dazu, dass Schleifendiuretika ergänzend gegeben werden können. Die Therapie sollte wie oben bereits erwähnt primär durch Calciumglukonat und ggf. inhalative β_2 -Sympathomimetika erfolgen.

5. Literatur

- (1) ERC-Guidelines 2021
- (2) Packungsbeilage Elozell spezial, Firma Fresenius Kabi Austria GmbH
- (3) Arzneiverordnung in der Praxis, Band 50, Heft 1, März 2023:
https://www.akdae.de/fileadmin/user_upload/akdae/Arzneimitteltherapie/AVP/Artikel/2023-1/014.pdf
(abgerufen am 30.09.24 15 Uhr)
- (4) Pre-hospital endotracheal intubation in severe traumatic brain injury: ventilation targets and mortality, Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine, September .2023
- (5) Mild chronic hyponatremia is associated with falls, unsteadiness and attention deficits, DOI: [10.1016/j.amjmed.2005.09.026](https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2005.09.026), Jahr: 2006

Dateiname:	Datum:	Ersteller:	Version:	Freigabe:	Seite 6 von 6
2025 03 VAW STUD-02 Studie Blutgasanalyse V0.6 Schr.docx	03.2025	RP/BM	0.6	TS	