

## Präklinische Blutgasanalyse im Rettungsdienstbereich Nürnberg Stadt

Verteiler	Zur Umsetzung	Zur Kenntnis
Notarztgruppe 1-3; Stadt Nürnberg	X	
Notarztgruppe 4; Stadt Nürnberg	X	
Rettungswache Malteser Hilfsdienst, Nürnberg	X	
Rettungswache Bayerisches Rotes Kreuz, Nürnberg		X
Rettungswache Johanniter-Unfall-Hilfe, Nürnberg		X
Rettungswache Arbeiter-Samariter-Bund, Nürnberg		X
Rettungswache RKT, Nürnberg		X
Berufsfeuerwehr Nürnberg; FW 1, Abt. 3-13		X
Ärztlicher Leiter Rettungsdienst		X
ALIVE-Team; Klinikum Nürnberg		X

### Inhalt

1. Kurzbeschreibung .....	2
2. Indikationen zur präklinischen Durchführung einer Blutgasanalyse.....	2
3. Ziel .....	2
4. Lagerung des Gerätes im Notarzteinsatzfahrzeug.....	2
5. Beschreibung des Vorgehens.....	5
5.1. Indikationsstellung .....	5
5.2. Ergebnisse und Interpretation .....	5
5.3. Therapiekonsequenz .....	7
5.4. Temperaturkorrektur .....	9
6. Dokumentation.....	9
7. Anlage.....	11

## 1. Kurzbeschreibung

Die Blutgasanalyse (BGA) ist fester Bestandteil der klinischen Notfallversorgung und liefert als Point of Care Diagnostik innerhalb weniger Minuten wichtige Aussagen zum metabolischen und respiratorischen von Patient\*innen. Durch die Einführung eines transportablen BGA Gerätes kann nun bereits präklinisch bei entsprechenden Indikationen eine Messung erfolgen und Therapie sowie Patientenmanagement entscheidend verbessert werden. Um den Effekt von präklinischer BGA für eine später möglicherweise flächendeckende Einführung nachzuweisen, soll dieses Modellprojekt wissenschaftlich begleitet und zunächst mit möglichst standardisierten Abläufen vereinheitlicht werden.

## 2. Indikationen zur präklinischen Durchführung einer Blutgasanalyse

Alle Patient\*innen, bei denen einer der folgenden Zustände vorliegt bzw. eine oder mehrere der folgenden Verdachtsdiagnosen geklärt werden soll:

- Unklare Rhythmusstörungen und EKG Veränderungen (Ausschluss von Elektrolytstörungen)
- unklare Vigilanzminderung (z.B. Ausschluss Hyperkapnie, Hyponatriämie)
- Reanimation, Peri-Arrest
- Hämorrhagie / Anämie (Cave: verzögerter Hämoglobinabfall bei akuten Blutungen)
- Respiratorische Insuffizienz
- Überwachung einer (non-) invasiven Beatmung bei langer Transportzeit, z.B. im Rahmen eines Sekundärtransports

## 3. Ziel

Erweiterung der präklinischen Diagnostik kritisch kranker Patient\*innen und nachfolgende Verbesserung der Therapie und Patient\*innenzuweisung.

## 4. Lagerung des Gerätes im Notarzteinsatzfahrzeug

Zum jetzigen Zeitpunkt wurde das Gerät i-STAT Alinity der Firma Abbott Diagnostics beschafft (siehe Bilder 8&9). Dieses ist mit den notwendigen Messkartuschen auf dem Notarzteinsatzfahrzeug 4-76-3 bzw. 4-76-7 (Rettungswache Malteser Hilfsdienst) im Sonderrucksack verlastet. Als Messkartuschen werden zunächst CG8+ Kartuschen,

sowie zur Dokumentation ein mobiler Drucker im Rucksack mitgeführt (siehe Bilder 1-7). Das Gerät muss, je nach Einsatzfrequenz, alle 3 – 4 Wochen geladen werden, das Ladegerät findet sich im Sondermaterial Schrank im Handlager (Bild 6). Die Kartuschen für das Gerät (CG 8+) müssen nach Entnahme aus dem Kühlschrank beschriftet werden, da sie nur 3 Monate ungekühlt haltbar sind.



Bild 1:



Bild 2:



Bild 3:



Bild 4:



Bild 6:



Bild 7:

i-STAT BGA Gerät		
Bezeichnung	Art / Größe	Anzahl
BGA Gerät	i-STAT Alinity	1 Stck.
BGA Kartuschen	CG 8+	3 Stck.
Spritzen	2 ml	5 Stck.
Kanülen	Stumpf, 18G	5 Stck.
Bedienungsanleitung/Checkliste	i-STAT/Therapieoption	1 Stck.

Hier dazu der Auszug aus der aktuellen Bestückungsliste des Sondermaterialrucksacks des Malteser Hilfsdienstes:

i-STAT Drucker		
Bezeichnung	Art / Größe	Anzahl
Drucker	i-STAT	1 Stck.
Druckerpapier	Rolle	1 Stck.

Weitere Anschaffungen und Ausstattung aller vier NEF sind perspektivisch geplant.



Bild 8:



Bild 9:

**Sowohl die Handhabung als auch die Wartung des Gerätes sind nach MPBetreibV einweisungspflichtig. Der korrekte Umgang mit dem Gerät ist Grundvoraussetzung für die Verwendung.**

## 5. Beschreibung des Vorgehens

### 5.1. Indikationsstellung

Eine Messung dürfen nur Personen durchführen, die nach MPBetreibV in das Gerät *i-STAT CG8+* der Firma *Abbott Diagnostics* eingewiesen wurden.

Geräte zur Messung einer Blutgasanalyse sind ausschließlich auf den notärztlich besetzten Rettungsmitteln vorhanden, die Indikationsstellung erfolgt somit durch die für diesen Einsatz zuständige Notärztin bzw. Notarzt. Diese sollte sich an der unter Punkt 2 aufgeführten Indikationsliste orientieren. In begründeten Ausnahmefällen kann die Blutgasanalyse auch bei anderen Indikationen eingesetzt werden.

Es sollte keine BGA-Messung ausschließlich zur Glucose-Messung erfolgen, da hierfür das bisher verwendete Blutglucose-Messgerät eine deutlich kostengünstigere Alternative darstellt. Aufgrund der hohen Kosten pro Messung sollte diese nur bei zu erwartenden, therapeutischen Konsequenzen bzw. kritischen Patient\*innen erfolgen und keinesfalls die Patient\*innenversorgung unnötig verzögern.

### 5.2. Ergebnisse und Interpretation

Eine Auswertung der BGA sollte umgehend nach Erhalt des Befundes erfolgen. Es sollten sämtliche erhobene Werte begutachtet und bewertet werden.

Die folgenden Werte können mit der vorgehaltenen CG8+ - Kartusche gemessen werden (Bild 10):

Analyt	VERWENDUNGSZWECK
Natrium (Na)	Natriummessungen werden zur Überwachung von Störungen des Elektrolythaushalts verwendet.
Kalium (K)	Kaliummessungen werden bei der Diagnose und Überwachung von Krankheiten und klinischen Zuständen verwendet, die mit einem hohen oder niedrigen Kaliumspiegel einhergehen.
Ionisiertes Calcium (iCa)	Messungen von ionisiertem Calcium werden bei der Diagnose, Überwachung und Behandlung von Zuständen wie Erkrankungen der Nebenschilddrüse, einer Vielzahl von Knochenerkrankungen, chronischen Nierenerkrankungen, Tetanie sowie Komplikationen im Zusammenhang mit einer chirurgischen oder intensivmedizinischen Behandlung verwendet.
Glucose (Glu)	Glucosemessungen werden bei der Diagnose, Überwachung und Behandlung von Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels verwendet, wie etwa Diabetes mellitus, neonatale Hypoglykämie, idiopathische Hypoglykämie und Pankreasinselzellkarzinom.
Hämatokrit (Hct)	Hämatokritmessungen können bei der Bestimmung und Überwachung eines normalen oder abnormalen Gesamterthrozyten-Volumenstatus helfen, u. a. bei Zuständen wie Anämie, Erythrozytose und Blutverlust im Zusammenhang mit Trauma und chirurgischen Eingriffen.
pH-Wert	pH-, $PO_2$ - und $PCO_2$ -Messungen werden für die Diagnose, Überwachung und Behandlung von respiratorischen Störungen sowie metabolischen und respiratorischen Störungen des Säure-Basen-Haushalts verwendet.
Sauerstoffpartialdruck ( $PO_2$ )	
Kohlendioxidpartialdruck ( $PCO_2$ )	

Bild 10: Messwerte und berechnete Werte von CG8+, aus: Bedienungsanleitung i-STAT CG8+

**Berechnet** werden durch das Gerät darüber hinaus noch folgende Werte:

- Bikarbonat  $\text{HCO}_3^-$  und Base Excess BE
- $\text{TCO}_2$  und  $\text{sO}_2$
- Hämoglobin/ Hb

### ERWARTETE WERTE

TEST	EINHEITEN *	ANGABEBEREICH	REFERENZBEREICH	
			arteriell	venös
<b>MESSWERT</b>				
Natrium/Na	mmol/L (mEq/L)	100–180	138–146 <sup>6</sup>	
Kalium/K	mmol/L (mEq/L)	2,0–9,0	3,5–4,9 <sup>6**</sup>	
iCa	mmol/L	0,25–2,50	1,12–1,32 <sup>7</sup>	
	mg/dL	1,0–10,0	4,5–5,3 <sup>7</sup>	
Glu	mmol/L	1,1–38,9	3,9–5,8 <sup>7</sup>	
	mg/dL	20–700	70–105 <sup>7</sup>	
	g/L	0,20–7,00	0,70–1,05 <sup>7</sup>	
Hämatokrit/Hct	% PCV <sup>***</sup>	15–75	38–51 <sup>6****</sup>	
	Anteil	0,15–0,75	0,38–0,51 <sup>6</sup>	
pH-Wert		6,50–8,20	7,35–7,45 <sup>7</sup>	7,31–7,41 <sup>6*****</sup>
$\text{PO}_2$	mmHg	5–800	80–105 <sup>6*****</sup>	
	kPa	0,7–106,6	10,7–14,0 <sup>6*****</sup>	
$\text{PCO}_2$	mmHg	5–130	35–45 <sup>7</sup>	41–51
	kPa	0,67–17,33	4,67–6,00	5,47–6,80
<b>BERECHNETE WERTE</b>				
Hämoglobin/Hb	g/dL	5,1–25,5	12–17 <sup>6****</sup>	
	g/L	51–255	120–170 <sup>6</sup>	
	mmol/L	3,2–15,8	7–11 <sup>6</sup>	
Bicarbonat/ $\text{HCO}_3^-$	mmol/L (mEq/L)	1,0–85,0	22–26 <sup>6*****</sup>	23–28 <sup>6*****</sup>
$\text{TCO}_2$	mmol/L (mEq/L)	5–50	23–27	24–29
Basenüberschuss/BE	mmol/L (mEq/L)	(-30)–(+30)	(-2)–(+3) <sup>7</sup>	(-2)–(+3) <sup>7</sup>
$\text{sO}_2$	%	0–100	95–98	

**Wichtiger Hinweis:** der hier gemessene Calcium-Wert entspricht dem **ionisierten Calcium**. Das Ergebnis kann nicht mit dem üblicherweise in Krankenhaus-Zentrallaboren bestimmten

Bild 11: Referenzbereiche der Messwerte und berechneten Werte, aus: Bedienungsanleitung i-STAT CG8+

*Gesamtcalcium (üblicherweise in etwa ionisiertes Ca x2) gleichgesetzt werden.*

### 5.3. Therapiekonsequenz

Zur schnellen Beurteilung und einer sich daraus ableitenden Therapie kann zudem das folgende Schema verwendet werden:

#### Checkliste: **BLUTGASANALYSE IM NOTARZTDIENST**

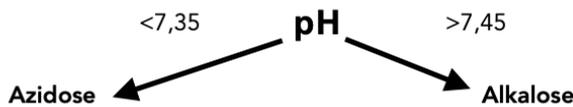
#### 1. Fragestellung / Blutentnahme

**Venöse BGA:** Für *alle* Fragestellungen außer Oxygenierung / Ventilation

**Arterielle BGA:** Oxygenierung/Ventilation

#### 2. Säure-Basen Haushalt

Frage → Azidose/Alkalose? Metabolisch/respiratorisch?



- |   |  |
|---|--|
| ▲ CO <sub>2</sub> + HCO <sub>3</sub> ✓ = resp. Azidose          | ▼ CO <sub>2</sub> + HCO <sub>3</sub> ✓ = resp. Alkalose          |
| ✓ CO <sub>2</sub> + HCO <sub>3</sub> ▼ = met. Azidose           | ✓ CO <sub>2</sub> + HCO <sub>3</sub> ▲ = met. Alkalose           |
| ▲ CO <sub>2</sub> + HCO <sub>3</sub> ▲ = met. teilkomp. Azidose | ▼ CO <sub>2</sub> + HCO <sub>3</sub> ▼ = met. teilkomp. Alkalose |

Azidose pH <7,35	Alkalose pH >7,35
<b>Folgen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Rechtsverschiebung</b> O<sub>2</sub>Bindungskurve (O<sub>2</sub> wird besser ins Gewebe abgegeben)</li> <li>- Gerinnungsaktivität eingeschränkt</li> <li>- cerebrale Vasodilatation (Hirndruck)</li> <li>- <i>Metabolisch:</i> Ev. Pseudohyperkaliämie (-0,1 pH= +0,1+0,6mmol/l K+)</li> </ul>	<b>Folgen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Linksverschiebung</b> O<sub>2</sub>Bindungskurve (O<sub>2</sub> wird schlechter ins Gewebe abgegeben)</li> <li>- Kalzium ↑ an Albumin gebunden = Dysästhesie / Tetanie insb. in den Akren</li> <li>- zerebrale Vasokonstriktion (kurzfristige Senkung Hirndruck)</li> </ul>
<b>Ursachen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metabolisch:</b> Ketoazidose, Niereninsuff., Anionenlücke (Intoxikation?), Laktat</li> <li>- <b>Respiratorisch:</b> Hypoventilation</li> </ul>	<b>Ursachen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metabolisch:</b> Erbrechen, Diuretika</li> <li>- <b>Respiratorisch:</b> Hyperventilation (ggf. kompensatorisch bei met. Azidose)</li> </ul>
<b>Vorgehen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metabolisch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NaBic erst ab pH &lt;7,1</li> <li>- Narkoseeinleitung = Hochrisiko! Keine Apnoe, danach hohes Minutenvolumen!</li> </ul> </li> <li>- <b>Respiratorisch:</b> <i>NaBic hilft nicht!</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NIV / Minutenvolumen ↑</li> </ul> </li> </ul>	<b>Vorgehen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hyperventilation immer ernst nehmen!</b> Kann letzter Kompensationsversuch bei schwerer metabolischer Azidose sein oder Zeichen für Sepsis / Lungenembolie!</li> <li>- <b>Respiratorisch + Pat. beatmet:</b> Minutenvolumen leicht ↓ (etCO<sub>2</sub> beachten, regelmäßig BGA)</li> </ul>

### 3. Elektrolyte und Hb

Frage → Kalium? Natrium? Hb-Wert?

#### KALIUM

**Hyperkaliämie > 6mmol/l:**

→ Arrhythmie-Risiko! Monitoring!

- **Hochrisiko: HyperK + EKG-Veränderung** (QRS wird breit)

→ Gabe von Calciumgluconat 10% 20ml (Kurzinfusion)

→ KEIN Amiodaron bei fragl. Breitenkomplextachykardie!

**Hypokaliämie < 2mmol/l:**

→ Arrhythmie-Risiko! Monitoring!

#### NATRIUM

**Hyponatriämie < 120mmol/l:**

→ Krampfanfall-Risiko! Keine blinde präklinische Therapie mit Volumen, **nur** bei

- **Hochrisiko: Hyponatriämie + Status Epilepticus**

→ Gabe von NaBic 8,4% 100ml (off label, statt NaCl 3%)

**Hypernatriämie > 150mmol/l:** ev. Hinweis auf schwere Exsikkose

#### HÄMOGLOBIN (Hb-Wert)

**Hb-Wert <7: Potentiell transfusionspflichtig**

- **Hochrisiko: Akute Blutung / Trauma und Hb ↓**

→ **Vorab-Info an Schockraum!**

(Hb fällt bei akuter Blutung erst *spät* ab!!)

#### CHECKLISTE BGA BEI REANIMATION

**pH < 7,1** → NaBic 8,4% 100ml, Hyperventilation (MV ???)

**K > 7** → Ca-Gluconat 30ml  
→ NaBic 8,4% 100ml

**Glu < 50<sub>mg/dl</sub>** → Glucose 40% 30ml (12g)

Checkliste: Blutgasanalyse im Notarztdienst

### 5.4. Temperaturkorrektur

Die Temperatur spielt eine wichtige Rolle nicht nur für die Verteilung und die Löslichkeit der Gase im Blut, sondern auch bei der Messung.

Das i-STAT Alinity führt seine Messungen standardmäßig bei 37°C durch, bei Hypo- oder Hyperthermie müssen die Ergebnisse auf die Körpertemperatur angepasst werden. Betroffen sind insbesondere die O<sub>2</sub>-Sättigung, O<sub>2</sub>-Gehalt, Bikarbonat und Base Excess.

Aktuell ist eine geräteseitige Temperaturkorrektur nicht vorgesehen, kann jedoch anhand folgender Temperaturkorrektur (nach Suominen et al.; siehe Tabelle 1) abgeschätzt werden:

Pro 1°C Temperaturabsenkung

- sinkt der pO<sub>2</sub> um 5 mmHg
- sinkt der pCO<sub>2</sub> um 2 mmHg
- steigt der pH um 0,012

T [°C]	34	35	36	37	38	39	40
pH	7,436	7,424	7,412	7,4	7,388	7,376	7,364
pO <sub>2</sub> [mmHg]	85	90	95	100	105	110	115
pCO <sub>2</sub> [mmHg]	34	36	38	40	42	44	46

Tabelle 1: Veränderungen der BGA-Messwerte, ausgehend von Normalwerten bei 37°C

Weitere Informationen zur Temperaturkorrektur und pathophysiologischen Hintergründen gibt es hier: <https://anae-doc.de/bga-temperaturkorrektur-sinnvoll/>

### 6. Dokumentation

Das Ergebnis der BGA muss dokumentiert werden und erfolgt handschriftlich über das Protokoll (siehe Anlage 7) mit dem Parameterausdruck via Drucker. Zur dauerhaften Dokumentation des Ausdruckes scheint perspektivisch zudem eine Datenerfassung über NIDApad als Photo sinnvoll.

Die präklinische Blutgasanalyse gehört bislang nicht zu den üblichen Vorhaltungen in der präklinischen Notfallmedizin. Durch den Nürnberger Notärzteverein wird im Stadtgebiet Nürnberg das erste Notarzteinsatzfahrzeug in der Region ausgestattet, welches die präklinische BGA mitführt. Aus Gründen des Qualitätsmanagements ist daher eine wissenschaftliche Auswertung für zukünftige Planung essentiell.

Es soll u.a. evaluiert werden, wie häufig eine Messung zu einer neuen Therapieentscheidung oder taktischen Entscheidung führt (z.B. Medikamentengabe, Anpassung/Indikation Beatmung oder Änderung des Zielkrankenhauses). Dabei ist insbesondere der potentielle Einfluss auf die Qualität der Patientenversorgung und möglicherweise zielgerichtete Belegung der Zielkliniken zu bewerten.

Zur Erfassung wurde ein Evaluationsbogen entworfen (siehe Anlage 7), der nach jedem Einsatz, bei dem eine BGA verwendet wurde, durch die verantwortliche Notärzt\*in ausgefüllt werden muss. Die Vordrucke werden am jeweiligen NEF-Standort vorgehalten (aktuell nur Malteser Hilfsdienst). Der ausgefüllte Bogen soll im Anschluss zusammen mit einem Ausdruck der Werte in den Briefkasten (wie auch der Sonographie-Dokumentationsbogen) im NEF-Zimmer abgelegt werden.



Bild 11: Schreibtisch NEF-Zimmer, MHD

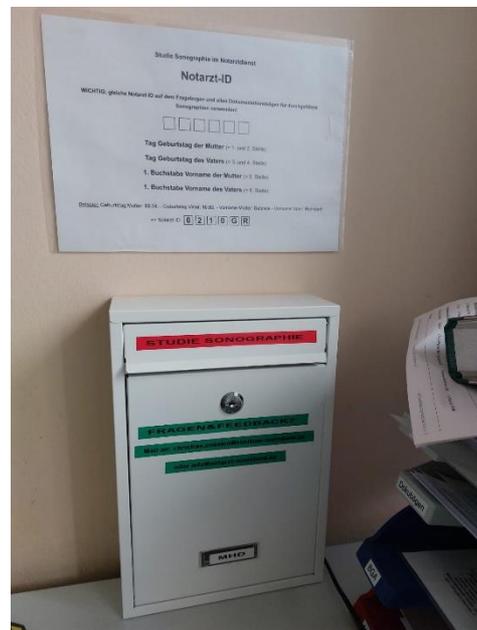


Bild 12: Briefkasten im NEF-Zimmer

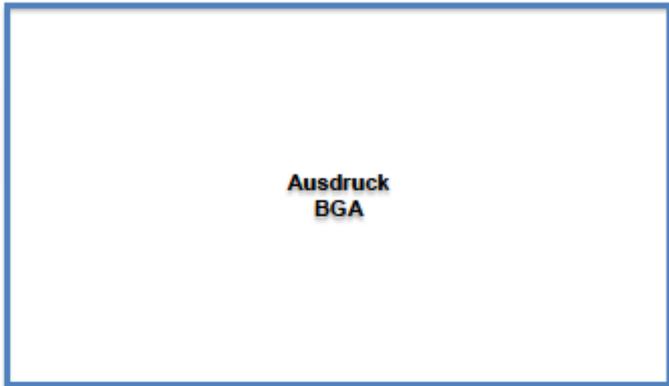
# 7. Anlage



Einsatznummer: \_\_\_\_\_ Notarzt (optional): \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_\_ Patient\*innenalter: \_\_\_\_\_ Jahre  
 Zielklinik: \_\_\_\_\_ Geschlecht:  M  W  D

Probenart:

<input type="checkbox"/>	venös
<input type="checkbox"/>	arteriell
<input type="checkbox"/>	undefiniert



## Fragebogen zur präklinischen Blutgasanalyse

(jeweils Mehrfachnennungen möglich !)

### 1) Indikation für BGA:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Reanimation                             | <input type="checkbox"/> V.a. Elektrolytstörung                       |
| <input type="checkbox"/> Schock                                  | <input type="checkbox"/> V.a. metabolische Störung (z.B. Ketoazidose) |
| <input type="checkbox"/> Trauma/akute Blutung                    | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____                              |
| <input type="checkbox"/> Bewusstseinsstörung unkl. Genese        | _____   |
| <input type="checkbox"/> Beatmung / Respiratorische Insuffizienz |   |

### 2) Welcher Wert sollte vorrangig ermittelt werden:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> pH-Wert                         | <input type="checkbox"/> Natrium                 |
| <input type="checkbox"/> pO <sub>2</sub>                 | <input type="checkbox"/> Kalium                  |
| <input type="checkbox"/> pCO <sub>2</sub>                | <input type="checkbox"/> Hämoglobin / Hämatokrit |
| <input type="checkbox"/> Base Excess / HCO <sup>3-</sup> | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____         |

### 3) Therapeutische Konsequenzen aufgrund des BGA-Befundes:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Einstellung der Reanimation | <input type="checkbox"/> Beginn Nicht-invasive Beatmung     |
| <input type="checkbox"/> i.v. Calcium                | <input type="checkbox"/> Beginn invasive Beatmung           |
| <input type="checkbox"/> i.v. NaBic 8,4%             | <input type="checkbox"/> Optimierung Beatmungsparameter     |
| <input type="checkbox"/> i.v. Volumentherapie        | <input type="checkbox"/> Keine therapeutischen Konsequenzen |
| <input type="checkbox"/> Sonstige: _____             |   |

### 4) Organisatorische Konsequenzen aufgrund des BGA-Befundes:

Änderung der Zielklinik aufgrund Versorgungsstufe zu:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> höherer Versorgungsstufe | <input type="checkbox"/> niedrigerer Versorgungsstufe |
|---|---|

Vorabinformation der Zielklinik:  Dialyse  Schockraum  Intensivstation

Keine organisatorischen Konsequenzen