


Aus dem Universitätsklinikum des Saarlandes  
Homburg / Saar  
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie  
[Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Thomas Volk]



# **Objektive Beurteilung einer kardiopulmonalen Reanimation im Rahmen einer OSCE**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
der Medizinischen Fakultät  
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES  
2012

vorgelegt von Matthias Müller  
geboren in Wismar  
am 21.02.1982

---

---

Gewidmet meinem Vater  
Jürgen Mundt (1955 – 1991)

---

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2. Summary</b>	<b>3</b>
<b>3. Einleitung</b>	<b>5</b>
3.1. Kardiopulmonale Reanimation	5
3.1.1. Allgemeines	5
3.1.2. Historisches	6
3.1.3. Leitlinien und Studienlage zur kardiopulmonalen Reanimation	8
3.2. Ausbildung in der CPR	25
3.3. Objective structured clinical examination [OSCE]	28
3.3.1. Struktur einer OSCE	29
3.3.2. Testgütekriterien	30
3.3.3. Bewertung der OSCE als Prüfungsmethode	32
3.4. Zielsetzung	34
<b>4. Material und Methodik</b>	<b>36</b>
4.1. OSCE Bewertungsbogen	36
4.2. Probanden	40
4.2.1. Studiengruppe	40
4.2.2. Ärztliche Kontrollgruppe	41
4.3. Material	42
4.4. Durchführung	45
4.5. Datenerhebung und Statistik	48
<b>5. Ergebnisse</b>	<b>50</b>
5.1. Studiengruppe	51
5.1.1. Basic Life Support	51
5.1.2. Advanced Life Support	55
5.1.3. Gesamtergebnis	65
5.2. Ärztliche Vergleichsgruppe	68
5.2.1. Ärztliche Vergleichsgruppe 1	68
5.2.1.1. Basic Life Support	68
5.2.1.2. Advanced Life Support	70

---

5.2.1.3. Gesamtergebnis	71
5.2.2. Ärztliche Vergleichsgruppe 2	73
5.2.2.1. Basic Life Support	73
5.2.2.2. Advanced Life Support	76
5.2.2.3. Gesamtergebnis	78
5.2.3. Gesamtergebnis der Ärzte	80
5.3. Vergleich der Studiengruppen	83
5.4. Analyse der Testgüte	93
5.4.1. Reliabilitätsanalyse	93
5.4.2. Validitätsanalyse	94
<b>6. Diskussion</b>	<b>98</b>
6.1. Kritische Wertung der Methodik	98
6.2. Testgüte der OSCE	101
6.2.1. Zusammenfassung der Ergebnisse	101
6.2.2. Kritische Betrachtung der Ergebnisse	102
6.2.3. Bewertung	104
6.3. Vergleich der Studiengruppe mit der ärztlichen Kontrollgruppe	105
6.3.1. Zusammenfassung der Ergebnisse	105
6.3.2. Kritische Betrachtung der Ergebnisse	106
6.3.3. Bewertung	109
6.4. Schlussfolgerung	111
<b>7. Literaturverzeichnis</b>	<b>113</b>
<b>8. Abbildungsverzeichnis</b>	<b>128</b>
<b>9. Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>130</b>
<b>10. Anhang</b>	<b>131</b>
<b>11. Danksagung</b>	<b>137</b>
<b>12. Lebenslauf</b>	<b>138</b>

# 1. Zusammenfassung

## **Objektive Beurteilung einer kardiopulmonalen Reanimation im Rahmen einer OSCE**

**Hintergrund:** In Europa kommt es pro 100000 Einwohner jährlich zu etwa 50 plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillständen, die zu einer kardiopulmonalen Reanimation führen. Im Erwachsenenalter ist in den meisten Fällen eine maligne Herzrhythmusstörung, wie eine pulslose ventrikuläre Tachykardie oder ein Kammerflimmern, die Ursache des Herzversagens. Die Überlebenschancen eines solchen Ereignisses ist trotz aller Verbesserungen in der Notfallversorgung sehr schlecht. Damit ist der plötzliche Herz-Kreislauf-Stillstand eine der Haupttodesursachen in der westlichen Welt. Von entscheidender Bedeutung zur Verbesserung der Überlebensraten ist einerseits eine Optimierung der Notfallversorgung und andererseits eine Verbesserung der Ausbildung in der kardiopulmonalen Reanimation. Dabei müssen gerade Ärzte bereits im Rahmen ihrer Ausbildung in den Maßnahmen des BLS und ALS erfolgreich geschult werden. Mit der Einführung des Querschnittsfaches Notfallmedizin in das Curriculum des Medizinstudiums in Deutschland wurde diesem Umstand Rechnung getragen. Die Organisation dieses Faches ist jedoch interuniversitär unterschiedlich geregelt. Als Prüfungsmethode zur Lehre und Leistungskontrolle hält immer öfter die OSCE (objective structured clinical examination) Einzug in die deutsche Hochschullehre. Dieses Verfahren gilt bei gründlicher Planung der Durchführung als ein hervorragendes Instrument zur Messung klinischer Kompetenz.

**Zielsetzung:** **Primäres Ziel dieser Arbeit ist die Analyse der Testgüte einer OSCE im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation auf der Grundlage eines dazu entworfenen Beurteilungsbogens.** Weiterhin soll ein Vergleich von Studenten und Assistenzärzten zeigen, wie gut die entwickelte Methodik geeignet ist, um Leistungsunterschiede in diesem Bereich messbar zu machen. Sekundär kann daraus auch eine Evaluation des Lernerfolges der Studenten im Notfallkurs abgeleitet werden.

**Methoden:** In einem medizinischen Simulatorzentrum wurde nach Absolvierung des Notfallkurses die praktische Prüfung im Stile einer OSCE abgenommen. Dabei wurde die Leistung von 103 Studenten (Testgruppe) zwei ärztlichen Vergleichsgruppen

gegenübergestellt. Die erste Vergleichsgruppe umfasst 8 Assistenzärzte mit Notfallmedizinischer Erfahrung (Vergleichsgruppe 1) und die zweite Vergleichsgruppe 15 Assistenzärzte ohne diese Expertise (Vergleichsgruppe 2). Die OSCE umfasst zwei Stationen. An der BLS-Station wurden die Probanden individuell und an der ALS-Station in Dreiergruppen bewertet. Die auf einem Bewertungsbogen erfassten Daten wurden anschließend statistisch analysiert. **Dabei soll ein entwickelter Score Leistungsunterschiede messbar machen.**

**Ergebnisse:** Die Testgruppe erreichte im BLS im Mittel 54.68 von 60 Punkten. Die Vergleichsgruppe 1 erzielte durchschnittlich 51.38 und die Vergleichsgruppe 2 durchschnittlich 39.2 Punkte. Im ALS erzielte die Testgruppe im Mittel 227.74 von 240 Punkten. Die Vergleichsgruppe 1 erreichte durchschnittlich 204.75 und die Vergleichsgruppe 2 durchschnittlich 127.21 Punkte.

Als Werte für die interne Reliabilität konnten für die Stichproben folgende Alphas nach Cronbach ermittelt werden: Testgruppe: 0.724, Vergleichsgruppe 1: 0.751, Vergleichsgruppe 2: 0.799. Der Punkteunterschied zwischen Testgruppe und Vergleichsgruppe 1 ist signifikant ( $p=0.039$ ). Die Differenz zwischen der Vergleichsgruppe 2 und den beiden anderen Gruppen ist jeweils hochsignifikant ( $p < 0.01$ ).

**Schlussfolgerungen:** Die objektive Beurteilung einer kardiopulmonalen Reanimation im Rahmen einer OSCE ist mit der hier präsentierten Methodik und dem Beurteilungsbogen möglich. Die Konstruktvalidität wird über den Gruppenvergleich bestätigt und die Reliabilität ist akzeptabel. Der OSCE liegt zudem eine hohe Inhaltsvalidität inne und die Objektivität wird über das standardisierte Verfahren erreicht. Folglich ist die entwickelte OSCE im Sinne der Testtheorie durchführbar.

Die Ergebnisse des Stichprobenvergleichs zeigen, dass der Beurteilungsbogen dazu geeignet ist, die klinische Kompetenz bei Reanimationsmaßnahmen zu messen. Der Score, welcher primär zur Benotung der Studenten entwickelt wurde, kann auch für einen Leistungsvergleich anderer Gruppen verwendet werden.

Nach dem Notfallkurs haben die Studenten eine klinische Kompetenz im Bereich von Reanimationsmaßnahmen, die mit jener von Assistenzärzten mit Notfallmedizinischer Erfahrung vergleichbar ist. Insofern ist die Lehrmethodik hinsichtlich des Lernziels erfolgreich und somit auch die Implementierung einer OSCE in Lehre und Leistungsbewertung.

## 2. Summary

### **Objective assessment of cardiopulmonary resuscitation in an OSCE**

**Background:** In Europe per 100000 inhabitants annually 50 sudden cardiac arrests occur, leading to cardiopulmonary resuscitation. Usually, the underlying mechanism is founded in cardiac nature. Furthermore, the initial heart rhythm disorder is shockable relating in pulseless VT or VF. The probability of surviving such event is poor, despite of the improvements in emergency medicine. Thus, sudden cardiac arrest is one of the main causes of death in modern civilization. However, recent data suggest that optimization of emergency care, particularly in the shockable heart rhythm disorders, leads to a significant increase in survival rates. In this regard, BLS- and ALS-training should already be a part of medical education and training. For this reason the course emergency medicine was implemented in the curriculum of german medical schools. However, the arrangement of this subject is regulated differently among the universities. As a test method for teaching and performance monitoring a widespread use of OSCE (objective structured clinical examination) is observed within german university teaching. This procedure applies to be an excellent instrument for measuring clinical competence, providing that the application is well planned.

**Objectives:** Primary, the objective of this study is to analyze the test quality of the OSCE on competence in cardiopulmonary resuscitation based on a designed checklist. Furthermore a comparison of students and residents has to show whether the developed method is suitable to measure performance differences between these groups. Secondary, an evaluation of the learning success of students may be provided.

**Methods:** In the present study, a simulator-based practical examination on the basis of an OSCE was used for performed tests. A group of 103 students (test group), which completed the course of emergency medicine, were compared with two groups of residents. The first group of residents includes 8 junior doctors with experience in emergency medicine (control group 1) and the second 15 residents without this expertise (control group 2). The OSCE was arranged on two sections. The BLS examined the test persons individually. The ALS evaluated the teamwork consisting

of three members. Data were collected on an assessment sheet. Subsequently, a statistical analysis was performed with respect to test quality. An additional score at OSCE-Checklist was developed to measure performance differences.

**Results:** BLS section (maximum 60 points): a mean value of 54.68 points was achieved by the test group. In contrast, control group 1 obtained a mean value of 51.38 points followed by control group 2 with 39.2 points. ALS section (maximum 240 points): a mean value of 227.74 points was achieved by the test group. In contrast, control group 1 obtained a mean value of 204.75 points followed by control group 2 with 127.21 points.

The value for the internal reliability was determined for the samples with following Cronbach alphas: 0.724 test group, 0.751 control group 1, and 0.799 control group 2. The difference between scores of test group and control group 1 was significant ( $p = 0.039$ ). The difference between scores of control group 2 and test group as well as control group 1 were high significant respectively ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion:** OSCE seems to be a valid test form for objective evaluation of competence in cardiopulmonary resuscitation, according to the presented method and checklist. Construct validity is confirmed by the group comparison and the reliability is acceptable. Furthermore, OSCE implies high content validity and objectivity as achieved via the standardized procedure. Thus, the developed OSCE is feasible in terms of test theory.

The assessment form is suitable for measure the competence in resuscitation, as shown by the results of sample comparisons. The score, which was primarily developed for grading students, may also be used for benchmarking professional groups. Students completed a course of emergency medicine, seems to have a clinical expertise in the field of resuscitation comparable with residents with emergency medical experience. In conclusion, the use of the applied teaching method combined with an implementation of OSCE for the evaluation process is a successful strategy to increase the efficiency of learning.

## 3. Einleitung

### 3.1. Kardiopulmonale Reanimation

„Der Retter eines Menschen ist größer als der Bezwinger einer Stadt“  
[Konfuzius ca. 1500 vor Christus]

#### 3.1.1. Allgemeines

Die kardiopulmonale Reanimation ist der Versuch einen Atem- und Herz-Kreislauf-Stillstand zu beenden. Damit soll der sterbende Organismus vor dem sicheren Tod bewahrt werden. Dazu wurden Maßnahmen etabliert, die vom ärztlichen und medizinischen Fachpersonal beherrscht werden sollten. Diese Einzelschritte werden in Algorithmen optimiert, die in regelmäßigen Abständen durch internationale Fachgesellschaften als Leitlinien herausgegeben werden. Da nicht immer sofort professionelle Hilfe verfügbar und der Faktor Zeit entscheidend ist, ist es umso wichtiger eine möglichst weitverbreitete Laienreanimation zu gewährleisten. Nur so kann die Zeit bis zum Eintreffen qualifizierter Hilfe überbrückt werden. Ziel der Reanimation ist die Wiederherstellung eines Spontankreislaufes (Return of spontaneous circulation [ROSC]).

Nach miteinander vergleichbaren epidemiologischen Erhebungen kommt es in Europa bei 100000 Einwohnern zu etwa 50 Reanimationen pro Jahr. Dabei ist zumeist eine kardiale Erkrankung die zugrunde liegende Ursache (82,4%). Der Rest sind nichtkardiale interne (8,6%) und externe (9%) Ursachen, deren Prognose weitaus schlechter ist, als jene mit kardialer Ätiologie. Hierbei wurden allerdings nur Herz-Kreislauf-Stillstände außerhalb des Krankenhauses erfasst [99]. Die Dokumentation innerklinischer Reanimationen ist schwierig, da in den unterschiedlichen Krankenhäusern verschiedene Kriterien existieren, wann reanimiert wird. Somit schwanken die Werte stark und sind schlecht vergleichbar. In einander entsprechenden Bedingungen kommt es bei 1000 Aufnahmen zu 1,5 bis 3,3 Reanimationen [93]. Es wird zuweilen aber versucht die präklinischen und innerklinischen Daten in einem bundesweiten Reanimationsregister zu erfassen [51].

### 3.1.2. Historisches

Es ist höchstwahrscheinlich, dass der Mensch, bereits seitdem er sich seiner selbst und seiner Sterblichkeit bewusst ist, versucht hat sterbende Personen vor dem Tod zu retten. So entstanden bereits früh Wiederbelebungsverfahren, die größtenteils von der vorherrschenden Mythologie geprägt wurden und aus heutiger Sicht teilweise merkwürdig erscheinen. Mit wachsender Kenntnis der Anatomie und Physiologie des menschlichen Körpers wurden diese Maßnahmen teilweise fundierter, gerieten aber auch immer wieder in Vergessenheit. Die kardiopulmonale Reanimation ist jedoch, so wie wir sie heute kennen, eine Erscheinung der modernen Medizin.

Die Palpation peripherer Pulse und des Herzschlags sind Techniken, die schon vor über 3000 Jahren beschrieben wurden [32]. Eine der frühesten Überlieferungen von Reanimationsmaßnahmen stammt aus dem Alten Testament und kann ebenfalls in diese Zeit datiert werden. Hier wird ziemlich genau beschrieben, wie Elisa einem Jungen mit der Atemspende das Leben rettet [1].

Das gesamte Mittelalter hindurch geriet viel naturwissenschaftliches und medizinisches Wissen in Vergessenheit. An den wenigen Orten des Wissens hielt sich die Lehre des Galen von Pergamon aus der Spätantike. Erst mit den Arbeiten des Andreas Vesalius (1514 – 1564) und der Entdeckung des Blutkreislaufes im frühen 17. Jahrhundert durch William Harvey (1578 – 1657) kam wieder Bewegung in die abendländische Medizin.

Zahlreiche Quellen aus dem 18. Jahrhundert beschreiben Techniken der Atemspende [32]. William Tossach, ein britischer Chirurg, berichtete 1732 von Mund-zu-Mund Beatmung bei der Reanimation eines Bergarbeiters [122]. Im Jahr 1768 wurde in den Niederlanden eine Gesellschaft von Ärzten und Laienhelfern gegründet, um ertrunkene Personen zu retten. Diese entwickelte Reanimationsregeln und betrieb deren Verbreitung. So gab es daraufhin den Ansatz die Obstruktion der Trachea Ertrunkener mit Wasser dadurch zu beseitigen, indem man diesen in einem Fass hin und her rollt [32]. Als in den 1770ern durch Scheele der Sauerstoff entdeckt wurde und Lavoisier dessen Rolle in der Atmung erforschte, stellte man die Nutzung von Expirationsluft zur Reanimation zeitweise in Frage. John Hunter (1728

– 1793) erkannte in diesem Zusammenhang, dass eine Beatmung mit reinem Sauerstoff effizienter ist [61, 108]. Erst wesentlich später wurde durch James Elam 1954 wissenschaftlich nachgewiesen, dass die Expirationsluft ein adäquates Beatmungsgas darstellt [107]. Marshall Hall entwickelte 1857 als alternatives Beatmungskonzept eine Thoraxkompressionsmethode, die 1861 von Silvester zu einer Thoraxkompressions-Armelevations-Methode modifiziert wurde („Silvestersche Atemübung“). Varianten davon wurden bis in die 1960er Jahre praktiziert [49].

Die ersten Herzkompressionen wurden am offenen Thorax durchgeführt. Im Jahr 1874 beobachtete Moritz Schiff bei seinen Experimenten Pulsationen der Karotiden, während er das Herz eines Hundes drückte. Im Rahmen dieser Beobachtungen prägte er den Begriff „Herzdruckmassage“ [64]. Die erste erfolgreiche Herzdruckmassage am geschlossenen Thorax berichtete 1892 Friedrich Maass [118]. Aber die Methode setzte sich erst deutlich später durch. Guy Knickerbocker entdeckte 1958 bei Experimenten mit der elektrischen Defibrillation an Hunden, dass der arterielle Druck stieg, wenn die schweren Elektroden über dem Herz platziert wurden. Er meldete seine Beobachtung Dr. James Jude, welcher dann die richtige Schlussfolgerung machte. Knickerbocker, Jude und deren Laborleiter William Kouwenhoven entwickelten daraus erneut die Herzdruckmassage am geschlossenen Thorax und führten diese dann auch endgültig in die Patientenversorgung ein [72].

Alfred Kirstein erfand 1895 das Laryngoskop und bereits zuvor wurden endotracheale Kanülen genutzt, um den Atemweg zu sichern [83]. Der von Sir Henry Head 1889 entwickelte endotracheale Tubus mit Cuff und der Niedrig-Druck-Cuff zur Schonung der Atemwege führten zur modernen Atemwegssicherung [31, 56]. Erfindungen wie die „Eisernen Lunge“ von Philip Drinker führten am Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts zum Beginn der klinischen Intensivmedizin. Als 1952 eine Poliomyelitis – Epidemie in Kopenhagen dazu führte, dass der Bedarf dieser Negativ – Druck – Ventilatoren das Angebot überstieg, musste improvisiert werden. Dr. Björn Ibsen sorgte dafür, dass die Patienten über ein Tracheostoma mit einem Gummi – Beatmungsbeutel ventiliert wurden. Dieses Konzept der endotrachealen Positiv – Druck – Ventilation ist daraufhin Standard der Beatmung geworden [131].

Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts untersuchte Peter Safar systematisch verschiedene Techniken des Atemwegsmanagements. Er zeigte auf, dass ein Freimachen der Atemwege bei einem Bewusstlosen am besten durch Überstrecken

des Kopfes mit Protrusion der Mandibula, also dem Esmarch-Handgriff, zu bewerkstelligen ist. Dabei stellte er in erweiterten Untersuchungen fest, dass nur Beatmung und Herzdruckmassage kombiniert eine effektive Reanimationsmethode darstellt. Daher gilt Safar mitunter als der Vater der kardiopulmunalen Reanimation [87, 103, 104]. Zusammen mit dem norwegischen Spielzeugfabrikanten Asmund Laerdal entwickelte Safar die erste Notfalltrainingspuppe mit dem Namen „Resusci-Anne“. Damit und mit den Nachfolgemodellen trainieren bis heute medizinische Fachpersonen, sowie Laienhelfer die Reanimation.

Die erste erfolgreiche Defibrillation wurde 1947 durch Claude Beck am offenen Herzen durchgeführt [14]. Im Jahr 1955 berichtete Paul Zoll die erste Defibrillation am geschlossenen Thorax [139]. Der erste tragbare automatische externe Defibrillator (AED) wurde im Jahr 1979 entwickelt und seitdem werden diese immer weiter verbreitet, besonders an öffentlichen Orten [41].

In den 1990er Jahren haben sich die Gesellschaften und Vereinigungen zum Thema Reanimation auf nationaler und internationaler Ebene organisiert. In Europa ist das European Resuscitation Council (ERC) seit ihrer Gründung 1992 die führende Fachgesellschaft. Zusammen mit der American Heart Association (AHA) und weiteren Fachgesellschaften aus aller Welt wurde 1992 die International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) gegründet. Seitdem werden in regelmäßigen Abständen Leitlinien zur Reanimation veröffentlicht.

### **3.1.3. Leitlinien und Studienlage zur kardiopulmonalen Reanimation**

Der aktuelle Stand der kardiopulmonalen Reanimation beruht auf den Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC) [95] vom 18. Oktober 2010, die im wesentlichen die Philosophie der vorhergehenden Leitlinien der ERC [93] vom 28.11.2005 und der American Heart Association (AHA) [5] vom 13.12.2005 fortführt. Mit der Publikation der Leitlinien von 2005 wurde die bis dato geltende Praxis der kardiopulmonalen Reanimation in einigen Teilbereichen erheblich verändert. Die Thoraxkompressionen erhielten als Teil der Basismaßnahmen den höchsten Stellenwert. Die bedeutendste Ursache dafür ist, das anhaltend schlechte Outcome der Reanimationen. In Studien wurde festgestellt, dass 38% der CPR - Zeit bei

präklinischen Reanimationen nicht für die Herzdruckmassage genutzt wurde und dann auch noch 72% der Thoraxkompressionen insuffizient waren (Drucktiefe < 38 mm) [133]. Auch bei innerklinischen Reanimationen ist die Datenlage nicht besser. Hier wurde 24% der CPR – Zeit nicht für die Herzdruckmassage verwandt, in 37,4% der Fälle waren die Thoraxkompressionen insuffizient (Drucktiefe < 38 mm) und bei 28,1% der Fälle war die Kompressionsfrequenz unter 90/min [2, 3]. Im Rahmen der Leitlinien sollte nun also erreicht werden, dass die sogenannte No-Flow-Time, also die Zeit ohne passiven Notkreislauf, so gering wie möglich gehalten wird. Dieser Aspekt wird in den aktuellen Leitlinien noch schärfer betont. Der primäre Erfolg der Reanimation ist pathophysiologisch abhängig vom Aufbau eines suffizienten koronaren Perfusionsdruckes [98]. Und es ist nachgewiesen, dass dieser mit einer kürzeren No-Flow-Time bei einem Kompressions-Ventilationsverhältnis von 30:2 im Vergleich mit dem bis dahin gängigen Verhältnis von 15:2 besser erzielt werden kann [18]. Es gibt auch Studien, die implizieren, dass bei der Laienreanimation die durchgehende Herzdruckmassage erfolgreicher ist [44, 69].

### **Basic Life Support**

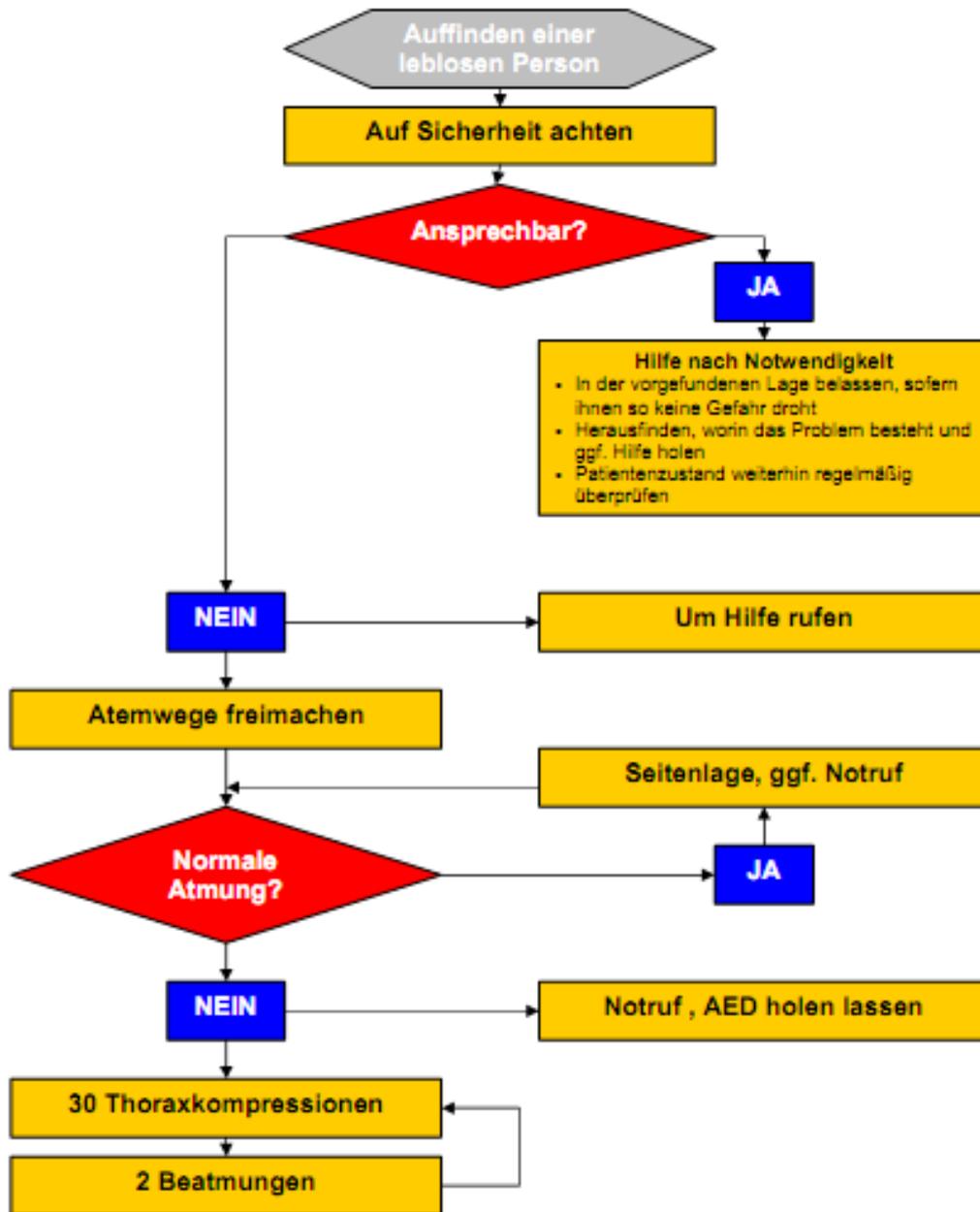
Bei den Basismaßnahmen soll die Diagnostik so kurz wie möglich gehalten werden. Die Pulskontrolle soll von Laienhelfen gar nicht und von medizinischem Fachpersonal nur dann durchgeführt werden, wenn sie sicher beherrscht wird. Besonders Laienhelfer, ohne Erfahrung in der Palpation von Pulsen, führen die Pulskontrolle dementsprechend ungenau durch [90]. Primär soll die Bewusstlosigkeit durch lautes Ansprechen und schütteln festgestellt werden. Wenn der Patient bewusstlos ist, wird zuerst der Notruf abgesetzt. Sind mehrere Helfer vor Ort, so führen die Anderen während der Alarmierung die Basismaßnahmen fort. Ist ein AED verfügbar, so soll dieser herangeholt werden. Bei der Atemkontrolle soll zunächst mit dem Esmarch – Handgriff eine unter Umständen vorhandene Verlegung der Atemwege beseitigt werden. Nach dem Freimachen der Atemwege wird dann überprüft, ob der Patient noch über eine Spontanatmung verfügt. Dabei soll auf Thoraxexkursionen, Atemgeräusche und Atemstrom geachtet werden (sehen, hören, fühlen). Ebenso wie die Pulskontrolle sollte auch die Atemkontrolle nicht länger als 10 Sekunden dauern.

Ist bei dem Patienten ein Herz-Kreislauf-Stillstand festgestellt worden, wird dieser hart und flach gelagert. Es wird mit der Beatmung und den Thoraxkompressionen begonnen. Das Kompressions-Ventilationsverhältnis soll 30:2 betragen. Für medizinisches Fachpersonal gilt dieses Verhältnis ab der Pubertät (ERC) beziehungsweise ab dem 8. Lebensjahr (AHA). Davor gilt das Kompressions-Ventilationsverhältnis von 15:2. Laienhelfer hingegen sollen nur im Verhältnis 30:2 reanimieren. Nach dem ERC wird mit den 30 Thoraxkompressionen begonnen, gefolgt von 2 Beatmungen. Die Leitlinien der AHA sahen hingegen bis 2010 zwei initiale Beatmungen vor, aber mit der Neuauflage der Leitlinien sind auch hier zunächst 30 Thoraxkompressionen empfohlen. Der Druckpunkt liegt in der Mitte des Thorax. Die Thoraxkompressionen sollen mit einer Frequenz von mindestens 100/Minute und einer Drucktiefe von 5 cm durchgeführt werden. Wichtig ist das zwischen den einzelnen Kompressionen der Thorax komplett entlastet wird.

Da eine Ermüdung der Helfer zu insuffizienten Thoraxkompressionen führt, ist auf regelmäßige Helferwechsel zu achten. Der Wechsel sollte etwa alle 2 Minuten erfolgen, was 5 CPR – Sequenzen beziehungsweise einem CPR – Zyklus entspricht. Die Zeit, die für den Helferwechsel benötigt wird, sollte 5 Sekunden nicht überschreiten [7, 74]. Der Helfer dichtet mit seinem Mund die Atemwege des Patienten ab und beatmet diesen bei überstrecktem Kopf mit seiner Expirationsluft. Bei der Atemspende (Mund-zu-Mund- bzw. Mund-zu-Nase-Beatmung) sollte der Helfer nicht zu tief einatmen, um nicht selber zu hyperventilieren [120, 121]. Medizinisches Fachpersonal sollte Beutel – Masken – Beatmung, idealerweise mit Sauerstoffzufuhr, durchführen. Dabei sollte wenn möglich ein Guedeltubus verwendet werden. Es wird maximal 1 Sekunde ein Atemhub dargeboten, was etwa einem Atemzugvolumen von 600 ml entspricht. Da der arterielle  $\text{PCO}_2$  mit dem Tidalvolumen korreliert, sollten normokapnische Bedingungen angestrebt werden [42]. Bei Normoventilation ist die Gefahr einer Ventilation des Magens relativ gering, aber das zugeführte Volumen ist ausreichend [13]. Ist keine Beatmung möglich, werden nur Thoraxkompressionen durchgeführt (Chest-compression-only CPR). Besonders in Regionen mit kurzen Hilfsfristen des Rettungsdienstes ist dieses Vorgehen äquivalent zu den Standardbasismaßnahmen. Allerdings wurde auch gezeigt, dass ab einem Zeitraum von 5 Minuten Basismaßnahmen Beatmungen notwendig sind, da ansonsten die Überlebenschancen deutlich sinkt [6].

Ein neuer Aspekt der Leitlinien von 2010 ist das Postulat Leitstellenpersonal darauf zu schulen, den anrufenden potentiellen Ersthelfer aufzufordern Reanimationsmaßnahmen einzuleiten. Wenn möglich sollen die Disponenten auch dazu in der Lage sein, den Hilfeleistenden telefonisch anzuleiten. Die Betonung liegt hier darauf das Outcome der Patienten dadurch zu verbessern, indem die Rate an Laienreanimationen erhöht wird [16, 101]. Studien implizieren, dass dabei die Komplikationsrate nur unwesentlich steigt, was vom Vorteil für die Patienten wettgemacht wird, die wirklich reanimationspflichtig sind [132].

Die Nutzung bei Laienreanimationen und Verbreitung von Automatischen Externen Defibrillatoren (AED) wurde in der Novelle der Leitlinien weiter akzentuiert. Nachgewiesenermaßen verbessern sie die Überlebenschancen der Betroffenen, wenn sie an strategischen Punkten an öffentlichen Orten platziert werden [38]. Daher wird nun empfohlen bei einer Reanimation eines defibrillierbaren Rhythmus sofort ein AED einzusetzen, sobald ein Gerät verfügbar ist. Es werden also nicht mehr, wie in den vorhergehenden Leitlinien, zunächst 2 Minuten Basismaßnahmen durchgeführt.



**Fortsetzung, bis Patient beginnt, normal zu atmen!**

Abbildung 1: Basic Life Support – Algorithmus nach den ERC Leitlinien 2010

### Advanced Life Support

Die erweiterten Maßnahmen des Advanced Life Support verbinden die Maßnahmen des Basic Life Support mit der Defibrillation, der Sicherung der Atemwege, dem Legen einer intravenösen Zugangs und der medikamentösen Reanimation. In der Regel werden diese Maßnahmen präklinisch durch den Rettungsdienst und Notarzt,

sowie im Krankenhaus durch geschultes medizinisches Fachpersonal, sobald Notfallequipment verfügbar ist, durchgeführt.

Der EKG – Monitor/Defibrillator sollte zügig an den Patienten angeschlossen werden, so dass idealerweise noch während des ersten CPR – Zyklus eine Rhythmusanalyse möglich ist. Hier werden hyperdynamische Rhythmen mit Defibrillationsindikation (Kammerflimmern / Kammerflattern [VF], pulslose ventrikuläre Tachykardie [pVT]) von Rhythmen ohne Defibrillationsindikation (Asystolie [ASY], pulslose elektrische Aktivität [PEA]) unterschieden.

Wird der Kreislaufstillstand beobachtet und liegt noch nicht länger als 5 Minuten zurück, dann werden die hyperdynamischen Rhythmen, also VF und pVT, umgehend defibrilliert. Auch wenn der Kreislaufstillstand unbeobachtet war, werden nach der Neuauflage der Leitlinien VF und pVT sofort defibrilliert. Es sollte immer wenn möglich biphasisch defibrilliert werden, da dies höhere Konversionsraten in pathophysiologisch geordnete Rhythmen erbringt, als die monophasische Schockform. Zudem werden dann niedrigere Energiemengen benötigt, was einen geringeren Myokardschaden zur Folge hat [45, 117]. Bei der Energiewahl gelten für monophasische Defibrillationen nach ERC und AHA immer 360 Joule als angemessen. Bei der biphasischen Defibrillation empfiehlt die ERC 150 – 200 Joule und die AHA 120 – 200 Joule, jeweils für den ersten Schock. Alle weiteren Schocks haben nach ERC mit 200 – 360 Joule oder nach AHA mit gleicher oder höherer Energiemenge, als beim ersten Schock, zu erfolgen. Prinzipiell müssen bei der Energiewahl auch immer die Herstellerangaben des jeweiligen Defibrillators beachtet werden. Es hat sich jedoch als sinnvoll erwiesen im Zweifel immer mit 200 Joule zu defibrillieren.

In der Abfolge der Defibrillationen gab es mit den Leitlinien von 2005 entscheidende Änderungen zur bis dahin gängigen Vorgehensweise. Die Dreierreihen der Defibrillation aus den vorhergehenden Leitlinien sind obsolet. Jeder Defibrillation folgt jetzt unverzüglich ein CPR-Zyklus ohne Rhythmuskontrolle und Pulstasten. Erst wenn die 5 CPR-Sequenzen abgeschlossen sind, erfolgt eine Rhythmusanalyse. Zeigt diese einen geordneten Rhythmus, dann wird der kardiale Auswurf via Pulskontrolle überprüft. Bestehen VF oder pVT fort, wird erneut defibrilliert. Auch hier

war es das Hauptanliegen, die No-Flow-Time durch Entzerrung der Defibrillationsphasen zu verringern. Lange Unterbrechungen der Herzdruckmassage verschlechtern das Outcome. Somit sollte die Unterbrechung für eine Defibrillation nicht länger als 15 Sekunden dauern [137]. In den aktuellen Leitlinien wird dieses Ein-Schock-Konzept beibehalten und die Reduktion der No-Flow-Time weiter verschärft. Es wird nun empfohlen den Defibrillator unter der Herzdruckmassage laden zu lassen, um dann kurz zu unterbrechen und wenn indiziert den Schock abzugeben. So kann die Unterbrechung der Thoraxkompressionen auf unter 5 Sekunden gesenkt werden. Schutzhandschuhe sollen das Risiko eines Stromschlags für die Helfer reduzieren. Eine Serie aus drei Defibrillationen ist weiterhin nur im Rahmen einer kardiologischen Katheterintervention oder eines kardiochirurgischen Eingriffs sinnvoll. Die Bedeutung des präkordialen Faustschlags ist weiter gesenkt worden. Seine Wirkung ist nicht evidenzbasiert und es gibt Hinweise des Risikos einer Commotio cordis, sowie proarrhythmogener Wirkung [26, 27]

Bei einem hypodynamen Kreislaufstillstand (ASY oder PEA) wird logischerweise nicht defibrilliert. Nach jedem CPR – Zyklus, also etwa alle zwei Minuten, wird eine Rhythmusanalyse durchgeführt. Auch hier wird eine Pulskontrolle nur durchgeführt, wenn ein geordneter Rhythmus im EKG sichtbar ist. Andernfalls wird die kardiopulmonale Reanimation fortgesetzt.

Die Sicherung des Atemwegs erfolgt idealerweise durch eine endotracheale Intubation. Dabei soll die Tubuslage durch Kapnometrie verifiziert werden. Der Intubationsversuch sollte nicht länger als 30 Sekunden dauern. Wird diese Zeit überschritten, so ist der Versuch abzubrechen und es wird sofort die Beutel – Masken – Beatmung fortgesetzt. Bei einem nicht zu intubierenden Patienten können auch alternative Techniken der Atemwegssicherung (Larynxmaske, Kombitubus, Larynxtubus) angewandt werden.

Wenn der Patient intubiert ist, können Beatmung und Thoraxkompressionen entkoppelt werden. Die Thoraxkompressionen werden mit einer Frequenz von 100/Minute durchgehend fortgeführt. Als Beatmungsfrequenz empfiehlt das ERC 10/Minute und die AHA 8 – 10/Minute. Das Tidalvolumen ist bei einem normal großen Erwachsenen zwischen 500 und 600 ml zu wählen. Die inspiratorische

Sauerstoff – Fraktion ( $\text{FiO}_2$ ) sollte bei 1,0 liegen. Eine Hyperventilation sollte strikt vermieden werden, da durch die Hypokapnie der Blutdruck reduziert wird, was wiederum die Koronarperfusion verringert und die Mortalität erhöht [8, 9].

Als Applikationsweg für Medikamente und Volumen ist der intravenöse Zugang Mittel der Wahl. Dieser sollte so zentral wie möglich gelegt werden. Aber aufgrund der Komplikationsgefahr soll laut ERC-Leitlinien kein zentralvenöser Zugang gelegt werden. Zudem ist deren Anlage deutlich zeitaufwendiger. Es gibt jedoch auch eine Untersuchung, die darauf hinweist, dass die Anlage eines ZVK durch erfahrenes Personal auch unter Reanimationsbedingungen eine sichere Methode ist, mit einer niedrigen Inzidenz an Komplikationen [48]. Optimal für den peripheren Zugang ist die Punktion der Vena jugularis externa, alternativ bieten sich die Cubitalvenen an. Nur in Ausnahmefällen sollen Handrückenvenen punktiert werden. Nach peripherer intravenöser Applikation eines Medikaments, soll mit einem 20 ml Bolus einer kristalloiden Lösung und dem Hochhalten der betreffenden Extremität der Wirkstoff rasch in die zentrale Zirkulation gebracht werden. Die endobronchiale Medikamentenapplikation Verfahren war nach Leitlinien von 2005 nur noch eine Reservemaßnahme und mit der Novelle wird dieses Verfahren nicht mehr empfohlen. Die Resorption ist zu ungenau abschätzbar. Eine Alternative zum intravenösen Zugang ist jedoch der intraossäre Zugang. Bei Patienten, bei denen die Anlage eines peripheren venösen Zugangs nicht möglich ist, bietet der intraossäre Zugang eine schnelle und sichere Methode Volumen und Medikamente zu applizieren [77]. Bevorzugter Punktionsort ist die proximale Tibia etwas distal der Tuberositas tibiae. Dieser kann über spezielle Nadeln (z.B. Cook- oder Jamshidi-Nadeln), Bohrmaschinen oder die Bone Injection Gun (BIG) geschaffen werden. Es gibt auch Systeme zur Punktion des Sternums. Sowohl über intravenöse, als auch über intraossäre Zugangswege kann Volumen infundiert werden. Zum Offenhalten des Zugangs werden Vollelektrolytlösungen angehängt und laufen gelassen. Wird eine Hypovolämie als Ursache des Kreislaufstillstandes vermutet, so werden die Lösungen mit hoher Laufrate infundiert. Dennoch ersetzen die medikamentösen Maßnahmen nicht suffiziente Basismaßnahmen. Die aktuelle Studienlage misst den Medikamenten nur eine beschränkte Bedeutung zu [96].

Adrenalin ist der gängige Vasopressor in allen Fällen des Herz-Kreislauf-Stillstandes. Es wird in Dosen zu je 1 mg i.v. bzw. i.o. appliziert und mit kristalloider Lösung

nachgespült. Der Zeitpunkt der ersten Gabe ist sobald ein suffizienter Zugang besteht. Bei defibrillierbaren Formen des Kreislaufstillstandes ist der Zeitpunkt der ersten Applikation zwischen dritter und vierter Defibrillation. Somit ist diese im Vergleich zum früheren Vorgehen im Algorithmus nach hinten gesetzt worden. Dann erfolgt alle 3 – 5 Minuten eine erneute Gabe. Höhere Dosierungen sind nicht empfohlen, da die aktuelle Studienlage dadurch keine Verbesserung des Outcome zeigt [17, 123]. Die Ursache dafür ist, dass höhere Dosen vor allem in der Postreanimationsphase mit einer Dysfunktion des Myokards, systemischer Vasokonstriktion, Laktatazidose, sowie einer Verschlechterung vom Sauerstoffaufnahme ( $VO_2$ ) und des Sauerstoffangebotes ( $DO_2$ ) assoziiert sind [102]. Die endobronchiale Applikation von Adrenalin ist obsolet.

Die AHA empfiehlt als alternativen Vasopressor das Vasopressin. Hier ist dann die Einmalgabe von 40 IE Vasopressin vorgesehen, welche dann die erste oder zweite Adrenalingabe ersetzt. Vasopressin bietet zumindest theoretisch Vorteile, da es den myokardialen Sauerstoffverbrauch nicht deutlich erhöht und seine Rezeptoren von einer Azidose relativ unbeeinflusst bleiben [97]. Dennoch zeigen aktuelle Studien, dass eine zusätzliche Gabe von Vasopressin die Erfolgchancen der Reanimation nicht verbessern [10, 52]. Lediglich im Falle einer primären Asystolie scheint Vasopressin von Vorteil zu sein [81, 130].

Bei hyperdynamen Herz-Kreislauf-Stillständen kommt als Antiarrhythmikum Amiodaron zum Einsatz. Es wird nach der dritten frustranen Defibrillation appliziert. Die Dosis sind 300 mg als intravenöser Bolus. Nach der vierten erfolglosen Defibrillation erfolgt eine Wiederholungsdosis von 150 mg. Dann soll eine Dauerinfusion von 900 mg über 24 Stunden verabreicht werden [76]. Dieses Klasse - III – Antiarrhythmikum wirkt über eine Blockade der Kalium – Kanäle, wodurch es über die Verlängerung der Repolarisationsphase membranstabilisierend ist. Der Wirkmechanismus ist jedoch weitaus komplexer. Es interferiert auch mit  $Na^+$  - und  $Ca^{2+}$  - Kanälen. Auf  $\alpha$ -,  $\beta$ -, und muskarinerge Rezeptoren wirkt es antagonistisch [79].

Steht kein Amiodaron zur Verfügung kann Lidocain als Alternative fungieren. Die Applikationszeitpunkte entsprechen denen des Amiodarons. Die initiale Dosis beträgt 1 – 1.5 mg/kg KG und die Höchstdosis liegt bei 3 mg/kg KG. Als Membranpotentialstabilisierendes Antiarrhythmikum war der Natriumkanal-Inhibitor Lidocain bis 2000

das Antiarrhythmikum der Wahl, da es die Schwelle für kreisende Erregungen hochsetzt. Dann wurde es jedoch vom Amiodaron verdrängt, das bessere Ergebnisse erzielt [76].

Bei Asystolie und pulsloser elektrischer Aktivität, sowie bei Bradykardie empfahl das ERC bis 2010 eine einmalige Gabe von Atropin. Die intravenöse Dosis betrug 3 mg. In den Leitlinien der AHA wurde das Atropin titriert gegeben. Der Patient erhielt alle 3 – 5 Minuten 1 mg i.v., bis eine Gesamtdosis von 3 mg erreicht war. Über den Antagonismus am muskarinergen Acetylcholin-Rezeptor sollte der Einfluss des Parasympathikus am Herzen reduziert werden. Schon damals war der Sinn der Atropin-Gabe umstritten und nicht evidenzbasiert. Einige Studien zeigten einen Zusammenhang vom Atropinverbrauch und dem Scheitern der Reanimation. Allerdings hat eine Asystolie ohnehin eine schlechte Prognose und die Menge des verbrauchten Atropins korreliert mit der Dauer der Reanimation. Aber es gibt auch Berichte vom erfolgreichen Atropineinsatz und es ist unwahrscheinlich, dass es in einer solchen Situation schadet [43]. Dennoch ist Atropin seit 2010 konsequenterweise nicht mehr in den Leitlinien empfohlen.

Ist ein Magnesiummangel gesichert oder liegt eine Torsade-de-Pointes-Arrhythmie vor, werden 2 g Magnesiumsulfat appliziert [67]. Auch im Rahmen eines akuten Myokardinfarktes, der dem Herz-Kreislauf zugrunde liegt, kann Magnesium nützlich sein, da Arrhythmien reduziert werden und die Mortalität senkt [62]. Zudem vermag es den myokardialen Sauerstoffverbrauch zu optimieren und das Ausmaß eines Infarktareals zu reduzieren [82].

Natriumhydrogencarbonat wird bei gesicherter Hyperkaliämie oder Intoxikation mit trizyklischen Antidepressiva verabreicht [78]. Das ERC empfiehlt hier eine Gabe von 50 mmol und die AHA sieht eine Dosis von 1 mmol/kg KG vor. Eine universelle Gabe von Natriumhydrogencarbonat, um einer möglichen Azidose unter der Reanimation entgegenzuwirken ist nicht sinnvoll. Zum einen hat die Gabe von Natriumhydrogencarbonat den Effekt, dass es zwar den Plasma-pH anhebt, aber das intrazelluläre Milieu wird angesäuert. Durch diese Maßnahme erreicht man somit das Gegenteil der gewünschten Effekte, nämlich die myokardiale Kontraktilität zu erhöhen und das kardiovaskuläre Ansprechen auf Katecholamine zu verbessern [50]. Zum anderen sind die iatrogene Alkalose im Plasma und der hyperosmolare Status unter der Reanimation assoziiert mit einer hohen Mortalität [129].

Die Applikation von Kalzium ist indiziert bei Hyperkaliämie, Hypokalzämie und einer Überdosierung von Kalziumkanal-Blockern. Dabei liegt die initiale Dosis bei 10 ml 10%iges Kalziumchlorid (6,8 mmol  $\text{Ca}^{2+}$ ), die bei Bedarf in gleicher Menge wiederholt wird. Die Indikation ist in den Leitlinien eng gehalten, da Kalzium in hohen Dosen kardiotoxisch wirkt und das neurologische Outcome verschlechtert. Es wird jedoch in pädiatrischen Reanimationssituationen sehr häufig eingesetzt und scheint dort den Erfolg der Maßnahmen zu verbessern [114].

Die ERC-Leitlinien beinhalten zudem noch den Phosphodiesterase-Hemmer Theophyllin, der bei Asystolie oder pulsloser elektrischer Aktivität in einer Dosierung von 5 mg/kg KG langsam infundiert werden kann. Über die Erhöhung des cAMP im Gewebe soll es unter anderem zu einer Katecholamin-Freisetzung im Nebennierenmark kommen. Zudem wirkt es antagonistisch an Adenosinrezeptoren, was deren negativ chronotrope und inotrope, sowie die blutdrucksenkende Wirkung hemmt [79]. Es gibt jedoch nach bestem Wissen keine wissenschaftlichen Belege für die Wirksamkeit dieser Maßnahme und in den AHA-Leitlinien ist es dementsprechend auch nicht enthalten. Zudem ist das therapeutische Fenster relativ eng und besonders bei zu schneller Applikation kann es zu Krämpfen und Arrhythmien kommen.

Wird ein thrombembolisches Ereignis (Lungenembolie, Herzinfarkt etc.) als Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes vermutet, dann kann eine Fibrinolyse unter Reanimationsbedingungen erwogen werden. Besonders wenn eine Lungenembolie zugrunde liegt, scheinen die Patienten enorm von einer Lysetherapie zu profitieren. Zudem scheint die Mikroperfusion verbessert zu werden. Das Risiko einer Blutungskomplikation wird erhöht, aber wenn die Lyse indiziert ist, überwiegen deren Vorteile [113]. Die Entscheidung hierzu ist jedoch individuell, da nachgewiesen wurde, dass eine universelle Anwendung der Thrombolyse keine Verbesserung des Outcomes ergibt [19]. Auch die zu verwendenden Fibrinolytika werden in den Leitlinien nicht explizit erwähnt. Ab Beginn der Lyse muss die kardiopulmonale Reanimation für 60 – 90 Minuten fortgeführt werden.

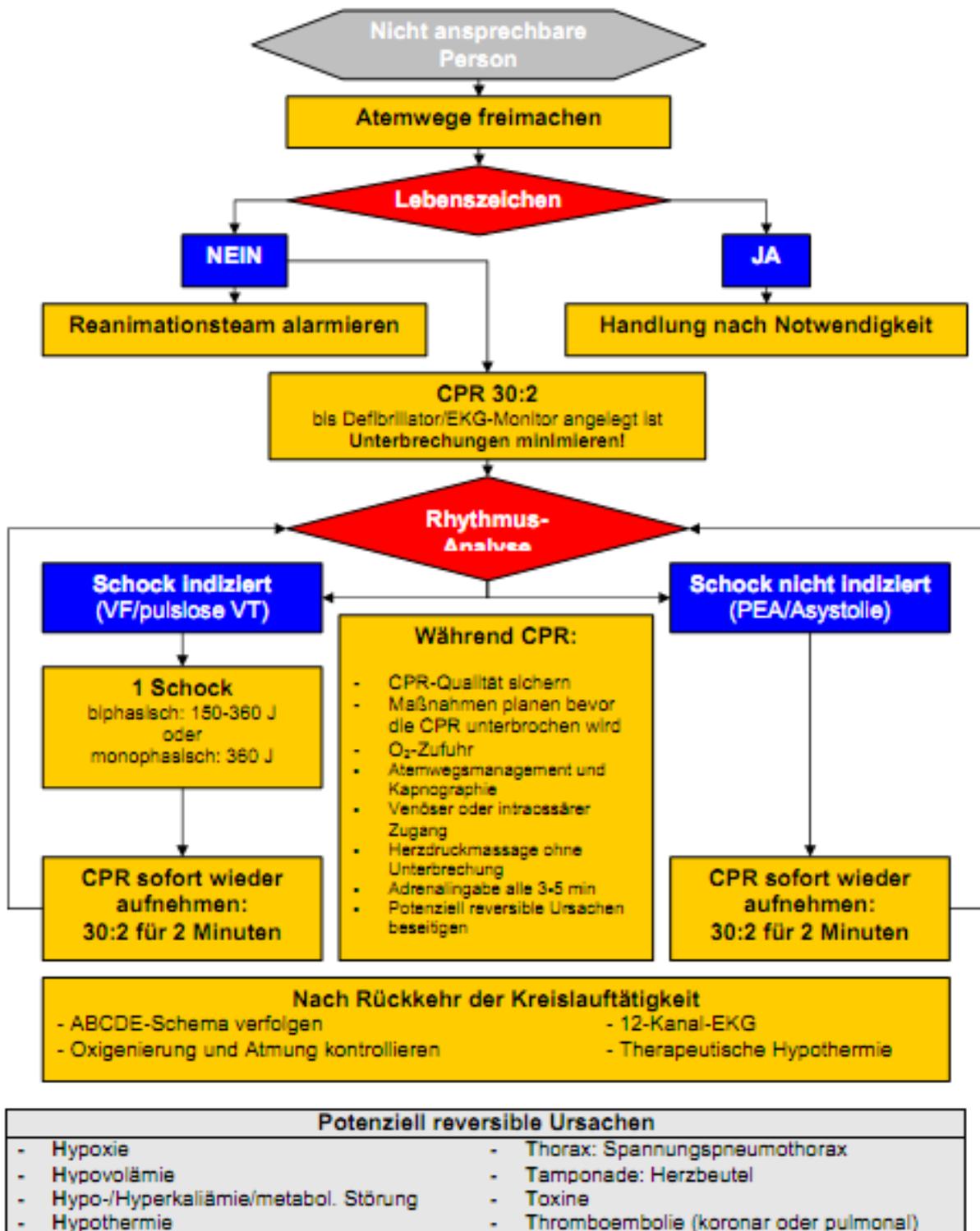


Abbildung 2: Advanced Life Support – Algorithmus nach den ERC Leitlinien 2010

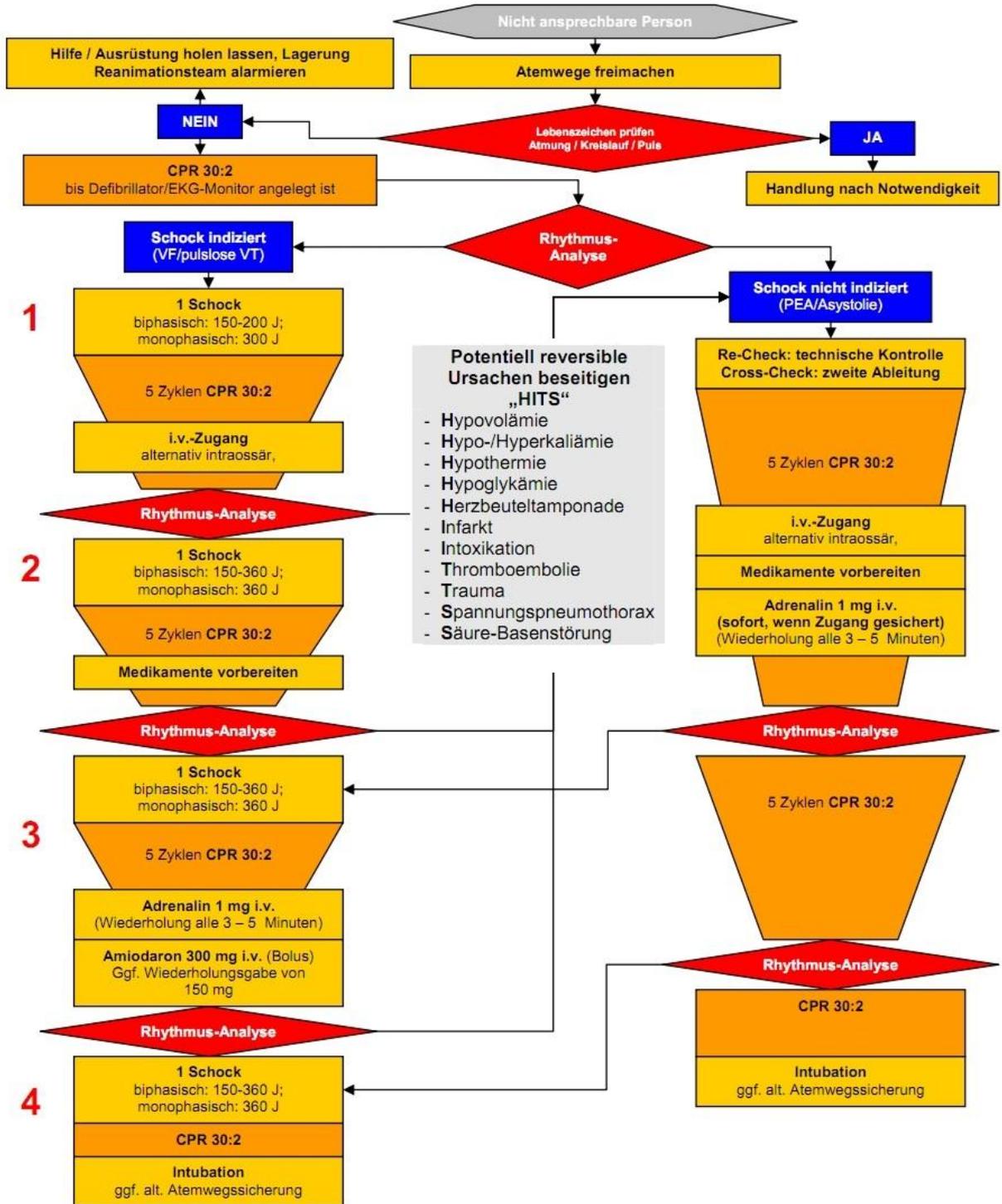


Abbildung 3: Mega-Code-Algorithmus Herz-Kreislauf-Stillstand nach den ERC Leitlinien 2010

## **Intensivtherapie nach primär erfolgreicher Reanimation**

Ein primärer Erfolg der Reanimation ist die Wiederherstellung eines Spontankreislaufes (return of spontaneous circulation [ROSC]), was prinzipiell noch keine Garantie für ein Langzeitüberleben des Herz-Kreislauf-Stillstandes ist. Ein sekundärer Erfolg ist es, wenn der reanimierte Patient wieder aus dem Krankenhaus entlassen werden kann. Ein Langzeitüberleben (mindestens ein Jahr) stellt einen tertiären Erfolg der Reanimation dar [34].

Ob eine Reanimation primär erfolgreich ist, hängt von vielen Einflussgrößen ab. So ist es natürlich prognostisch günstiger, wenn der Herz-Kreislauf-Stillstand beobachtet wird und gegebenenfalls Erste Hilfe geleistet wird. Ein Kammerflimmern hat eine bessere Prognose als eine Asystolie oder pulslose elektrische Aktivität [21, 40, 58, 60, 116]. Wenn das Rettungsteam gut geschult ist und Erfahrung hat, dann ist dies ein Faktor, der sich positiv auf das Ergebnis auswirkt [136]. Ebenso verhält es sich mit der Laien-Reanimation [60]. Inwieweit sich das Alter und das Geschlecht der Patienten auf das Outcome auswirken ist weitgehend unerforscht, teilweise sind die Aussagen dazu konträr [21, 59, 60]. Der entscheidende Faktor ist jedoch die Zeit. Alle Daten weisen darauf hin, dass je mehr Zeit vergeht, bis der Patient suffizient reanimiert wird, desto geringer sind seine Chancen erfolgreich wiederbelebt zu werden [40, 57, 58, 60, 116]. Eine großangelegte Studie hat gezeigt, dass es bei defibrillierbaren Rhythmen idealerweise unter fünf Minuten dauern sollte, bis der erste Schock appliziert wird. Mit jeder verstrichenen Minute vom Beginn des Herz-Kreislauf-Stillstandes sinkt die rechnerische Wahrscheinlichkeit den Patienten erfolgreich zu reanimieren [39]. Zuvor war bereits gezeigt worden, dass erweiterte Reanimationsmaßnahmen durch professionelle Helfer nach kurzer Hypoxiezeit zwar höhere Überlebensraten erbringen, aber mit einem höheren Anteil an neurologischen Schäden verbunden sind, im Vergleich zur Firstresponder-Frühdefibrillation, was ebenfalls den Zeitfaktor unterstreicht [25].

Wenn eine Reanimation primär erfolgreich war, das heißt ein Spontankreislauf konnte wieder hergestellt werden, schließt sich die Phase der Postreanimation an. Hierbei wird der Patient intensivmedizinisch stabilisiert. Es wird nach den Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstandes gesucht und versucht diese zu behandeln. Da diese relativ mannigfaltig sein können, ist die Therapie mitunter sehr individuell. Zudem müssen die Folgen des Herz-Kreislauf-Stillstandes therapiert werden, die mit dessen

Dauer zunehmen. Diese werden definiert als das Post-Herzstillstand-Syndrom, welches die neurologischen, kardialen und systemischen Folgen der globalen Ischämie und Reperfusion beschreibt [91]. Hierdurch gibt es wiederum einige Gemeinsamkeiten in der Intensivtherapie von Postreanimationspatienten.

In der Regel werden die Patienten nach Wiedererlangen des Spontankreislaufes sediert und beatmet. Dazu werden die Patienten, wenn nicht schon unter der Reanimation geschehen, intubiert. Ausnahmen sind Patienten, die innerhalb weniger Minuten nach primär erfolgreicher Reanimation ihr Bewusstsein wiedererlangen. Besonders Patienten mit eingeschränkter Hirnfunktion benötigen eine kontrollierte Beatmung, da Hypoxie und Hyperkapnie die Wahrscheinlichkeit eines erneuten Herz-Kreislauf-Stillstand erhöhen [91, 93]. Auch eine Hypokapnie, verursacht durch eine Hyperventilation, ist zu vermeiden. Diese führt über eine Vasokonstriktion zur zerebralen Minderperfusion. Zudem kommt es in der Phase der initialen zerebralen Hyperämie dazu, dass bestimmte Areale dennoch nicht perfundiert werden. Im Anschluss reduziert sich die zerebrale Durchblutung aufgrund einer Dysfunktion des Stickstoffmonoxid- und Endothelin-Metabolismus [24, 109]. Für eine Phase von 24 – 48 Stunden sind hämodynamische Instabilitäten aufgrund einer Postreanimationsherzinsuffizienz häufig [70, 75, 109]. Man versucht diese Phase zu stabilisieren, indem mit Dobutamin ein Agonist am  $\beta_1$  – Adrenozeptor verabreicht wird. So erreicht man positiv chronotrope und positiv inotrope Effekte. Da Dobutamin weiterhin Agonist am  $\alpha_1$ - und  $\beta_2$  – Adrenozeptor ist, heben sich dessen vasoaktive Effekte weitgehend auf [68, 119]. Mit Flüssigkeitsgabe, Diuretika und vasoaktiven Pharmaka soll ein angemessener Blutdruck bei normaler Urinproduktion angestrebt werden. Besonders in den ersten zwei Stunden der Postreanimationsphase ist ein adäquater Blutdruck entscheidend, um weitere Hirnschädigungen zu vermeiden und das neurologische Outcome zu verbessern [88]. Dabei soll auch der Elektrolythaushalt normalisiert werden. Denn typischerweise geht ein Herz-Kreislauf-Stillstand mit einer Hyperkaliämie einher, die dann relativ schnell in eine Hypokaliämie umschlägt, da Katecholamine einen Kaliumshift nach intrazellulär induzieren [66, 93].

Es kommt durch die Ischämie und Reperfusion unter der Reanimation zu Schädigungen des Endothels mit darauf folgender Dysfunktion. Folgen sind Aktivierung von Inflammationskaskaden mit Leukozytenaktivierung, sowie die

Hochregulierung von Selectinen und Adhäsionsmolekülen auf der Endotheloberfläche. Alle diese Mechanismen führen zu einem Sepsis-artigen Syndrom. Therapeutische Ansatzpunkte sind hier eine Protektion des Endothels (z.B. mit Statinen), eine antiinflammatorische Behandlung (z.B. via Glucocorticoiden) und eine Regenerationsförderung (z.B. mit Wachstumsfaktoren). Ob diese postulierten Maßnahmen suffizient sind, muss sich jedoch erst zeigen [4, 46, 109].

Studien haben gezeigt, dass kritische medizinische Zustände eng mit Hyperglykämie und Insulinresistenz vergesellschaftet sind. Diese führen zu einem verschlechterten Outcome der intensivmedizinischen Versorgung [89]. Hierfür gibt es einige Erklärungsansätze, wie zum Beispiel Immundysfunktion, systemische Inflammation, Endothelschädigung und Schädigung der mitochondrialen Struktur und Funktion. Aber auch zu niedrige Blutglucose-Spiegel haben einen negativen Effekt auf den Behandlungserfolg. Die Blutzuckerwerte müssen somit engmaschig kontrolliert werden. Der Zielwert liegt bei einem Blutglucosewert von 80 – 110 mg/dl (4,4 – 6,1 mmol/l) und unter Umständen muss eine intensivierete Insulintherapie erfolgen, um den oberen Referenzwert nicht weit zu überschreiten. Die Mortalität von Intensivpatienten wird dadurch deutlich gesenkt, besonders Langzeit – Intensivpatienten profitieren von einer strikten Kontrolle und Regulation des Blutzuckers. Auch die Morbidität wird entscheidend reduziert. Der Immunstatus ist signifikant besser, die Patienten benötigen weniger Beatmung und es kommt seltener zum akuten Nierenversagen. Diese positiven Effekte führen dazu, dass die Patienten nicht so lange eine Intensivbehandlung bedürfen und in diesem Zeitraum auch weniger intensivmedizinische Maßnahmen benötigen [125, 126].

In den ersten 72 Stunden der Postreanimationsphase muss eine Hyperthermie (Temperatur  $>37^{\circ}\text{C}$ ) unbedingt vermieden werden. Patienten, die in dieser Frühphase der Reanimation das Bewusstsein nicht wieder erlangen, sollen gekühlt werden. Diese milde Hypothermie ( $32 - 34^{\circ}\text{C}$ ) muss möglichst früh nach der Reanimation initiiert und dann für 24 Stunden aufrecht erhalten werden. Gleichzeitig muss eine adäquate Analgosedierung und Relaxation erfolgen, auch mit dem Augenmerk darauf, ein Kältezittern (Shivering) zu unterdrücken. Durch diese Muskelkontraktionen kann der Sauerstoffbedarf um das Mehrfache des Ruhewertes ansteigen, was in diesem Fall pathophysiologisch äußerst ungünstig ist. Nach den 24 Stunden Hypothermie muss eine langsame Wiedererwärmung stattfinden (maximal

0.5°C pro Stunde). Durch diese Maßnahme wird bei jedem sechsten Patienten das neurologische Outcome verbessert [94, 109, 138]. Ursache für die Neuroprotektion ist unter anderem die Unterdrückung der Hochregulation der inflammatorischen Zytokine im zentralen Nervensystem [84].

Die Zahlen zeigen, dass in der Intensivtherapie nach der Reanimation ein großes Potential liegt, die Anzahl der Überlebenden und ihr neurologisches Outcome zu verbessern [91]. Von den primär erfolgreich reanimierten Patienten können lediglich 2 – 15% das Krankenhaus lebend verlassen. Davon haben dann etwa 40 – 50% bleibende neurologische Schäden [109]. Die Verwendung von Adrenalin hat das primäre Outcome verbessert, aber die negativen Effekte auf die Mikrozirkulation heben letztendlich diese Wirkung wieder auf. Auch dies kann ein Ansatzpunkt in der Therapie nach einem Herzstillstand sein [96]. Diese Erkenntnisse und das rasch zunehmende Wissen im Bereich der Postreanimations-Intensivtherapie lassen diesen Teil immer wichtiger werden, so dass er mittlerweile zur „Kette des Überlebens“ gerechnet wird [53].

## 3.2. Ausbildung in der CPR

Das Konzept der Überlebenskette (chain of survival) beschreibt plakativ, dass im Falle eines Herz-Kreislauf-Stillstandes alle Maßnahmen ineinander greifen müssen, um den Patienten zu retten. Die klassische Variante dieses Konzeptes umfasst folgende Elemente:

- Schnelles Erkennen der Situation und Notruf,
- Schneller Start der Reanimationsmaßnahmen,
- Frühe Defibrillation,
- Frühe erweiterte Maßnahmen (Cummins, Ornato, Thies, & Pepe, 1991).

Je besser die einzelnen Elemente durchgeführt werden und miteinander verknüpft sind, desto mehr Patienten mit einem außerklinischen Herzstillstand überleben diesen. Zudem ist deren neurologisches Outcome dabei besser [65]. Im deutschen Sprachraum ist diese Konzeption in modifizierter Form als Rettungskette bekannt. Da mit dem Fortschritt der Intensivmedizin auch die Therapie der Postreanimationspatienten immer mehr in den Fokus rückt, wurde neuerdings die Postreanimations-Intensivtherapie als weiteres Glied der Kette postuliert [53].

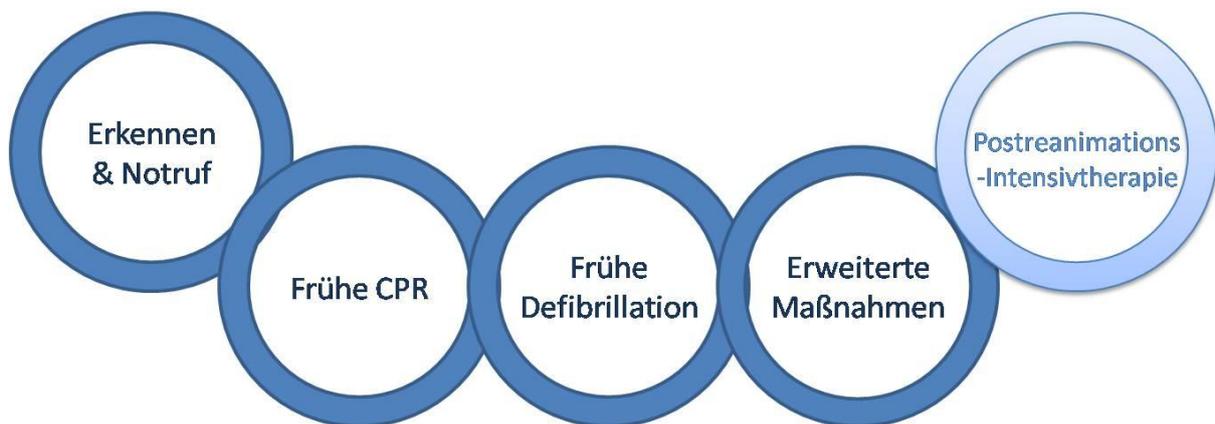


Abbildung 4: modifizierte "chain of survival"

Da diese Kette sprichwörtlich nur so stark ist wie ihr schwächstes Glied, ist es um so wichtiger möglichst viele Menschen in den Basismaßnahmen zu schulen [116]. Medizinisches Fachpersonal sollte die Maßnahmen des Advanced Life Support beherrschen und Automatische Externe Defibrillatoren sollten an allen Orten schnell verfügbar sein, an denen viele Menschen zusammen kommen. Wie schon dargelegt

ist das Ergebnis von Reanimationsmaßnahmen immer abhängig davon, wie schnell Erste Hilfe geleistet wird, wie schnell durch professionelle Helfer erweiterte Maßnahmen eingeleitet werden, wie schnell defibrilliert wird und wie suffizient diese Maßnahmen sind [65].

Das Ziel des Wiederbelebungstrainings sollte sein, dass die Teilnehmer die Maßnahmen erlernen oder diese, sofern sie nicht regelmäßig in Situationen sind, in denen sie reanimieren müssen, wieder auffrischen. Der Kurs sollte interaktiv gestaltet sein und viele praktische Anteile enthalten. Bewährt hat sich der Einsatz von Reanimationspuppen, besonders wenn auch erweiterte Maßnahmen geübt werden können. In Fallbeispielen lassen sich die theoretischen Grundlagen weiter vertiefen. Denn es wurde gezeigt, dass sich die theoretischen Grundlagen auch mit schriftlichen Unterlagen und Videos vermitteln lassen. Aber ohne die praktischen Übungen ist die Qualität der kardiopulmonalen Reanimation signifikant schlechter [86]. Die Teilnehmerzahl der Gruppe sollte klein sein und es wird ein Ausbilder-Teilnehmer-Verhältnis von 1:3 bis 1:6 empfohlen. Die Ausbilder haben dabei darauf zu achten, dass eine möglichst konstruktive Lernatmosphäre entsteht.

Die Laienhelfer sollen in Basic-Life-Support- und AED-Kursen geschult werden. In der Regel ist dies die Zielgruppe, die den Herz-Kreislauf-Stillstand erkennen, den Notruf absetzen und die Basismaßnahmen durchführen soll. Prinzipiell wäre es natürlich sinnvoll, möglichst alle Bevölkerungsteile zu schulen. Im Vordergrund stehen jedoch Personengruppen, die mit vielen Menschen zusammen arbeiten und mit einer eher geringen Wahrscheinlichkeit in die Situation kommen, eine Person wiederbeleben zu müssen. Dazu zählen niedergelassene Ärzte und Zahnärzte, Medizinstudenten, aber auch Personen in sozialen Berufen und solche, die an Orten arbeiten, an denen sich viele Menschen aufhalten.

An hauptamtliche Mitarbeiter im Gesundheitswesen und First-Responder richtet sich die Ausbildung im Immediate-Life-Support [ILS]. Sie sind in einer Situation in der sie selten in eine Reanimationssituation kommen können. Das Ziel ist es diese Personengruppe dahingehend zu schulen, dass sie mit suffizienten Basismaßnahmen die Zeit bis zum Eintreffen eines professionellen Reanimationsteams überbrücken können. Zu den Kursinhalten zählen das Erkennen der Ursachen und die Vermeidung von Herz-Kreislauf-Stillständen, die Basismaßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation, einfaches

Atemwegsmanagement und die automatische und manuelle Defibrillation. Zu der Zielgruppe zählen das klinische Pflegepersonal und Ärzte, fortgeschrittene Medizinstudenten und Betriebssanitäter.

Die Kurse des Advanced-Life-Support richten sich an Ärzte und Pflegepersonal im Bereich der Intensivmedizin, an klinische Reanimationsteams und Mitarbeiter des Rettungsdienstes. Sie sind in einer Position, in der sie mit großer Wahrscheinlichkeit in eine Situation kommen Wiederbelebensmaßnahmen durchzuführen. Lernziele sind:

- Erkennen der Ursachen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes,
- Identifikation von kranken Patienten, die vital instabil werden können oder sind,
- Durchführung von Basismaßnahmen und erweiterten Maßnahmen [incl. Defibrillation, Atemwegsmanagement und medikamentöser Reanimation],
- Kenntnis weiterer stabilisierender Maßnahmen der Postreanimations-Intensivtherapie.

Wenn ein innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand von Pflegepersonal entdeckt wird, dass im Advanced-Life-Support geschult ist, dann hat der Patient eine größere Chance diesen zu überleben [37]. Auch in kleinen Krankenhäusern, ohne intensivmedizinische Versorgung ist es sinnvoll das medizinische Fachpersonal in ALS-Maßnahmen zu schulen [106]. Eine schweizer Studie hat gezeigt, dass Medizinstudenten am Ende ihres Studiums über das theoretische Wissen verfügen, eine kardiopulmonale Reanimation durchzuführen. Allerdings benötigen sie entscheidend mehr Zeit dieses Wissen auch in gezielte Maßnahmen umzusetzen, als praktizierende Ärzte. Ein umfangreiches Simulatortraining könnte helfen, das praktische Defizit der angehenden Ärzte zu verringern [80].

Weitere Kurse richten sich mit speziellen Inhalten an die jeweiligen Fachgruppen, wie der European-Paediatric-Life-Support- und der Newborn-Life-Support-Kurs.

Die Ausbilder in diesen Kursen werden in Instruktoren-Kursen geschult. Neben klinisch-fachlicher Kompetenz, müssen sie am Kursende über Kenntnisse in der Erwachsenenpädagogik verfügen. Zudem werden Soft-skills wie Eloquenz, Hilfsbereitschaft und Motivation vorausgesetzt.

### 3.3. Objective structured clinical examination [OSCE]

Im Medizinstudium wird in Prüfungen in der Regel Faktenwissen mit Multiple Choice Tests abgefragt. Auch klassische mündliche Prüfungen sind eher auf das Abfragen von Faktenwissen ausgelegt. Zur ärztlichen Tätigkeit gehören aber nicht nur das theoretische Wissen, sondern auch die Reproduktion der Kenntnisse, praktische Fertigkeiten und soziale Kompetenzen [73]. Um auch diese Aspekte zu prüfen und sekundär darüber auch die Lehre zu evaluieren, wurde 1975 durch Harden und seine Mitarbeiter die objektive strukturierte klinische Prüfung (objective structured clinical examination; OSCE) etabliert [54]. Der Ansatz war eine klinische Prüfung so zu gestalten, dass sie objektiven Kriterien entspricht. Die üblichen klinisch praktischen Examen sind bei weitem nicht in der Lage dies zu erfüllen [128].

Schon der Begriff der „ objective structured clinical examination“ impliziert dessen Anspruch. Die Prüfung soll objektiv sein. Man versucht dies zu gewährleisten, indem alle Prüflinge die gleichen Stationen absolvieren, an denen ihre Leistung anhand standardisierter Parameter bewertet wird. Weiterhin wird über die genaue Strukturierung der Prüfung versucht, allen Geprüften gleiche Bedingungen zu bieten. So werden die simulierten Patienten zum Beispiel ausführlich instruiert, welche Informationen sie auf welche Art und Weise vermitteln dürfen. Die klinische Ausrichtung findet sich in der Kombination aus angewandtem theoretischen und praktischen Wissen wieder.

Eine OSCE ist in der Lage, die klinische Kompetenz eines Probanden im Studium und nach dem Examen zu prüfen [112]. Mit diesem Instrument werden sowohl theoretisches Wissen, wie auch klinische Fertigkeiten abgedeckt [33], was mit den üblichen Multiple-Choice-Tests nur für das Faktenwissen zutrifft. Letztendlich kann nur eine praktische Prüfung einen Hinweis darauf geben, ob die Testperson Kenntnisse und Fertigkeiten für seine klinisch-praktische Tätigkeit beherrscht [115].

Somit ist es sinnvoll ein Prüfungskonzept zu nutzen, das sich über theoretisches und praktisch, angewandtes Wissen erstreckt, vor allem in Hinblick darauf, dass die Wahl des Bewertungsverfahrens das Lernverhalten der Studenten erheblich beeinflusst [28]. Das von Miller entwickelte Konzept zur Definition klinischer Kompetenz, die ein Arzt benötigt um praktisch tätig zu sein, postuliert verschiedene Kompetenzlevels

(siehe Abbildung), deren Evaluation auf Prüfungsebene mit wachsendem Sachverstand aufwendiger wird [85].

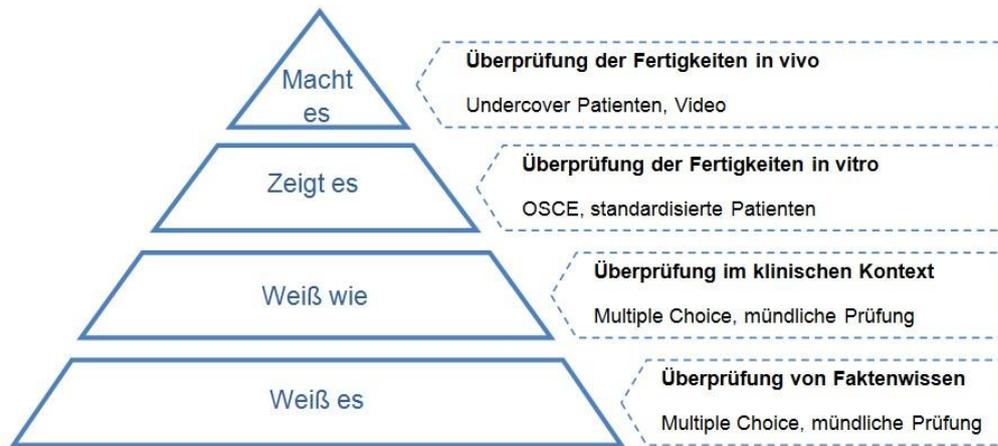


Abbildung 5: Kompetenzpyramide nach Miller (modifiziert)

### 3.3.1. Struktur einer OSCE

Eine OSCE beinhaltet mehrere verschiedene Stationen, an denen Patienten untersucht, Befunde bewertet, fallorientierte Fragen beantwortet und medizinische Prozeduren durchgeführt werden müssen. Die Bearbeitungszeit beträgt in der Regel wenige Minuten, dann wird zur nächsten Station gewechselt. Als Aufgabe erhalten die Probanden kurze, in der Regel schriftliche Instruktionen. Die manuellen Fertigkeiten werden mit einem Bewertungsbogen erfasst und die Wissensfragen sind Multiple Choice Fragen. Bei den praktischen Prüfungsteilen werden standardisierte Patienten, Videos, Computer oder Modelle (z.B. Reanimationspuppen) verwendet. Die Bewertung erfolgt dabei nach zuvor festgelegten standardisierten Kriterien.

Bereits vor Entwicklung des OSCE-Konzepts wurden simulierte/standardisierte Patienten (SP) in der praktischen Ausbildung und Prüfung angehender Ärzte verwendet [12]. Ihr Einsatz ist auch in Rollenspiel-Szenarios eine Bereicherung des interaktiven Unterrichts [111]. Im Rahmen der Ausbildung eingesetzt, führen sie zu einer Verbesserung der klinischen Kompetenz der Studenten [105]. In der Regel handelt es sich bei den simulierten Patienten um gesunde Personen, die vor ihrem Einsatz ausführlich instruiert werden. Sie bieten den Vorteil, dass der Proband agieren kann, ohne Sorge eine Krankheit zu verschlimmern. Anschließend ist eine

unbefangene Besprechung möglich, mit Option einer Rückmeldung vom Patienten selbst. Zudem ermöglicht dieses Konzept die Schaffung einer standardisierten Prüfungssituation [12].

Mit der Möglichkeit Multiple-Choice-Test-Stationen in die OSCE einzugliedern erweitert man das Spektrum der Prüfung und gestaltet sie abwechslungsreicher. Die OSCE alleine ist bereits ein starker Prädiktor für die klinische Kompetenz des Prüflings, aber in der Kombination mit MC-Fragen ist der Vorhersagewert noch höher [134].

Es gibt auch Ansätze die Stationen einer OSCE inhaltlich zu verbinden und abschnittsweise einen komplexen Patientenfall zu betrachten. Damit sollen die Vorteile der OSCE, mit Vorteilen des traditionellen „long case“ verbunden werden. Letztere sind die ausführliche Untersuchung eines Patienten und die Komplexität einer umfassenden Fallbetrachtung, daraus resultierend lenkende Effekte auf die Lernenden [55].

### **3.3.2. Testgütekriterien**

Für jeden Test gelten gemäß der Testtheorie eine Reihe Gütekriterien als Instrument der Qualitätsbewertung der Methode. Hauptgütekriterien sind Objektivität, Reliabilität und Validität eines Tests, die einander bedingen. Hier sind sie in ausschließender Reihenfolge notiert, ein Testgütekriterium kann also nur erfüllt werden, wenn das vorhergehende erfüllt ist. Diesen Kriterien sind natürlich auch bei einer OSCE gültig [36].

Die Validität, also die Möglichkeit mit dem Test das zu messen, was dieser vorgibt zu messen, ist das entscheidende Kriterium. Es ist schwierig, methodisch den Nachweis zu erbringen, dass die Prüfungsergebnisse tatsächlich die klinische Kompetenz reflektieren. Es wird der OSCE jedoch eine hohe Augenscheinvalidität (Inhaltsvalidität) zugesprochen, besonders an gut entwickelten Stationen [28]. Eine arithmetische Messung dieses Aspektes ist nicht möglich und beruht auf subjektiven Expertenmeinungen [124]. Daher kann die objektive Validierung einer OSCE nur erfolgen, wenn man entweder einen anderen Test gegen diese korreliert (concurrent validity), oder aus dem OSCE-Ergebnis eine Vorhersage auf einen anderen Test

macht (predictive validity) [28]. Allerdings ist dabei das Problem, dass die Ergebnisse unterschiedlicher Testverfahren mitunter nur mäßig korrelieren, da unterschiedliche Aspekte geprüft werden (z.B. MCQ = Faktenwissen versus praktische Prüfung = Fertigkeiten) [33, 71].

Die Reliabilität ist das Maß der Zuverlässigkeit, mit der ein Test das zu messende Merkmal genau misst. Daraus folgt, wie replizierbar ein Testergebnis ist. Bei einer OSCE sind besonders die Interrater-Reliabilität, also das Maß der Prüferkorrelation und die Interstation-Reliabilität, das Maß der Variabilität der Leistung eines Probanden an verschiedenen Stationen, von Interesse [28]. Zur Errechnung der Reliabilität kann die interne Konsistenz der Items über Chronbachs  $\alpha$  bestimmt werden. Die Bewertungen der Einzelpunkte werden so korreliert. Man geht ab einem  $\alpha$  von  $>0.8$  von einer guten Reliabilität aus, über 0.7 sollten mindestens erreicht werden [11]. Die in verschiedenen Studien bestimmten Werte für die Interrater-Reliabilität schwanken beträchtlich [28, 112], so dass es in der aktuellen klinischen Forschung nicht unumstritten ist, dass die OSCE hinreichend zuverlässig ist [11, 20]. Die Itemanzahl auf dem Bewertungsbogen pro Station steht im umgekehrten Verhältnis zu Reliabilität und Validität, da der Bewertende bei vielen Teilpunkten dann eher auf das Ausfüllen der Checkliste konzentriert, als auf die Darbietung des Probanden [135]. Da sich die Varianz der einzelnen Stationsbewertungen mit ansteigender Stationsanzahl wieder ausgleicht, werden bei einer Standard-OSCE mindestens 10 Stationen empfohlen. Der Effekt ist jedoch bei zu vielen Stationen rückläufig und kann wieder ins Gegenteil umschlagen, weshalb maximal 18 Stationen vorgeschlagen werden [28]. Die Reliabilität steigt ebenfalls, wenn die Checklistenitems genauer formuliert werden, vor allem dann, wenn die späteren Prüfer am Entwicklungsprozess der OSCE beteiligt sind und dabei selbst evaluiert werden [92, 135].

Die Objektivität, also das Maß inwieweit die Testergebnisse unabhängig vom Prüfer sind, wird bei der OSCE über die Standardisierung der Prüfungsbedingungen und Bewertungsgrundlagen erreicht. Die Erfahrungen und Einstellungen der Prüfer sind lediglich in Abschnitten der Globalbewertung nachweisbar [135]. Die Prüfer bewerteten gute Leistungen der Probanden einheitlicher als schlechte. Daher wird postuliert, dass mehrere Prüfer notwendig seien, um objektiv schlechtere Leistungen herauszuarbeiten [23].

Ein Nebenkriterium, das bei der OSCE eine große Rolle spielt, ist die Durchführbarkeit. Der erforderliche Aufwand zur Schaffung guter Prüfungsbedingungen ist größer als bei anderen Testmethoden [36]. So müssen insbesondere die räumlichen Bedingungen adäquat sein und es müssen ausreichend Prüfer zur Verfügung stehen. Eine gute Planung ist somit unerlässlich, besonders in Hinblick auf die Wahrung der Testgüte [11].

### **3.3.3. Bewertung der OSCE als Prüfungsmethode**

Die OSCE gilt als beste verfügbare Methode klinische Kompetenz zu prüfen. Eine Ansicht die sowohl Lehrende als auch Studenten teilen [36]. Sie verfügt über eine hohe Augenscheinvalidität und wurde vor allem im angloamerikanischen Raum bei vielen Prüfungen in verschiedenen Fachbereichen erfolgreich angewandt [28]. Im Vergleich zur üblichen Prüfungsverfahren ist eine sorgfältig entwickelte OSCE auch besser in Objektivität und Reliabilität [115]. Allerdings ist gerade der Gesichtspunkt der konkurrierenden und prädiktiven Validität bei einer OSCE in der Literatur nicht ganz unumstritten [11]. Als maßstabsbezogene Bewertung erlaubt es die Anpassung einer Benotung an die Leistung der Gruppe, im Gegensatz zu der üblichen normbezogenen Bewertung mit fester Bestehensgrenze [128]. Die Informationen, die aus der Prüfung gewonnen werden können wiederum genutzt werden, um das Curriculum der Lehre zu evaluieren und anzupassen [115].

Die zeitliche Begrenzung an den Stationen (in der Regel 5 Minuten) kann an Nachteil sein, da die Fallbeispiele am Patienten auf das prüfungsrelevante reduziert sind. Somit entsteht eine potentiell artifizielle Situation, reduziert auf einen oder wenige Aspekte. Im Gegenzug wird argumentiert, gebe es in der Klinik, besonders im Dienst, ähnliche Situationen, in denen sich der Arzt kurz orientieren und dann handeln muss [115]. Dennoch können die kurzen Intervalle dazu führen, dass ein Proband sich von einer schlechten Leistung an der Vorstation nicht mehr frei machen kann, was in einer durchgehend schlechten Leistung resultiert [71]. In einigen Fällen wurde daher in folgenden OSCE etwas mehr Zeit eingeräumt [36, 128].

Die Kosten einer OSCE pro Student sind höher als die anderer Prüfungsverfahren. Die Angaben in der Literatur reichen von 200\$ bis 1080\$ pro Student und scheinen je danach zu steigen, inwieweit Maßnahmen zur Steigerung der Reliabilität ergriffen

werden [11]. In Deutschland hat die Medizinische Hochschule Hannover Kosten von damals 130,- DM pro Student publiziert [28]. Eine aktuelle Studie aus Ulm errechnete bei einer Pilot-OSCE Kosten von 86€ pro Student, jedoch wird davon ausgegangen, dass die Kosten bei erneuter Durchführung niedriger liegen [100]. Dennoch wird in den meisten Quellen der finanzielle Mehraufwand als lohnend erachtet [28].

Die Planung, Durchführung und Auswertung einer OSCE ist relativ zeitaufwendig. Besonders bei der initialen Entwicklung fordert das Sammeln von Prüfungsgegenständen, der Entwurf der einzelnen Stationen, das Erstellen von Checklisten und Frageteilen, die Auswahl und Einweisung der simulierten Patienten, die Pilotprüfungen zur Evaluation der Prüfer und weitere Aspekte enorm viel Zeit. Allerdings können so entwickelte Stationen dann in einen Pool eingehen, aus der sich später schneller neue OSCE kreieren lassen [128]. Wird in diesem Bereich nachlässig gehandelt, ist häufig die gewünschte Testgüte, allem voran die Reliabilität, nicht mehr gegeben [11]. Durch das ergreifen spezieller Maßnahmen, wie das Erstellen von Blueprints, die Kombination praktischer und schriftlicher Stationen, repetitives Training der simulierten Patienten, gezielte Schulung der Prüfer, sorgfältigere Aufgabenerstellung und die Weitergabe der Teststatistik an die Prüfer, lässt sich die Reliabilität für folgende Durchläufe der OSCE steigern [110].

Abschließend betrachtet ist die OSCE eine neue, mit den etablierten Methoden vergleichbare Prüfungsform mit ihren eigenen spezifischen Vor- und Nachteilen, sowie Fallstricken, die es zu berücksichtigen gilt [11]. Mit diesem Verfahren ist es möglich, anders als in den etablierten Prüfungsformen, klinische Kompetenz messbar zu machen. Um jedoch die testtheoretischen Gütekriterien zu erfüllen muss sorgfältig geplant und gearbeitet werden (siehe Tabelle) [29]

Aufwand für...	OSCE	Offene schriftliche Fragen	Multiple Choice Fragen	Strukturierte mündliche Prüfung
Entwicklung	++++	+++	++	+++
Durchführung	+++	+	+	+++
Auswertung	++	++	+	+

Tabelle 1: Arbeitsaufwand für verschiedene Prüfungsformen nach Chenot 2004

### 3.4. Zielsetzung

Seit der Novelle der Approbationsordnung für Ärzte von 2002 ist das interdisziplinäre Querschnittsfach Notfallmedizin teil des Curriculums im Studium der Humanmedizin. Die Gestaltung der Lehre und die abschließende Leistungsbewertung sind in diesen Regularien jedoch nicht näher definiert. Dies hat zur Folge, dass die Lehrmethoden und Prüfungsverfahren unter den verschiedenen Fakultäten divergieren. An allen Universitätskliniken sind Basic Life Support und Advanced Life Support Teil des Lehrplans. Jedoch nur knapp ein Drittel der Universitäten nutzen als modernes praktisches Prüfungsverfahren eine OSCE [15].

Am Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar, wird das Fach Notfallmedizin von der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie ausgerichtet. Weiterhin sind die Innere Medizin und die Unfallchirurgie an der Lehre beteiligt. Neben einer Vorlesungsreihe, gibt es einen praktischen Teil im Simulatorzentrum des Campus, in dem Reanimationsmaßnahmen und Algorithmen vermittelt werden. Das theoretische Faktenwissen wird klassisch in einer Klausur mit Multiple-Choice Fragen geprüft. Zur Leistungsbewertung der praktischen Kompetenz wurde eine OSCE implementiert. Ziel dieser Arbeit ist die Evaluation der Checkliste hinsichtlich ihrer Objektivität, sowie die Bewertung der durchgeführten Prüfungsmethodik im Stile einer OSCE.

Die Hypothese dieser klinischen Studie und ihrer statistischen Ausarbeitung ist, dass der erarbeitete Bewertungsbogen, in einer OSCE mit dem Thema kardiopulmonale Reanimation, die Qualität der Durchführung der Algorithmen und die Suffizienz zentraler Reanimationsmaßnahmen objektiv misst. Dabei sollen objektive Leistungsunterschiede in den erreichten Punktzahlen messbar werden. Somit soll ein Instrument geschaffen werden, welches nicht nur Bewertungsgrundlage für den Prüfungserfolg darstellt, sondern das im Umkehrschluss auch ein Indikator für den Erfolg der vorangegangenen Lehrveranstaltung ist. Weiterhin soll es damit auch möglich sein weitere Fragestellungen messbar zu machen, zum Beispiel wie sich die erzielte Leistung der gleichen Gruppe longitudinal verhält, wenn die Lehrveranstaltung einige Zeit zurück liegt.

Als sekundäres Ziel erfolgt ein Vergleich der Studenten mit zwei Gruppen von Ärzten mit unterschiedlicher Expertise zum Thema Reanimationsmaßnahmen. Dies dient

vornehmlich dazu den OSCE-Bewertungsbogen zu erproben. Weiterhin erlaubt es jedoch eine Einstufung der Qualität der Lehre.

Als weitere Perspektive kann die initiale Entwicklung eines OSCE-Formats Ausgangspunkt zur Erweiterung des Testparcours sein, um in einem breiteren Spektrum die klinische Kompetenz im Bereich Notfallmedizin zu prüfen. Letztendlich hat dies im Sinne eines dialektischen Prozesses auch einen Erkenntnisgewinn für die Fakultät in der Entwicklung und Durchführung einer OSCE unter Berücksichtigung der Testgüte zur Folge.

## 4. Material und Methodik

### 4.1. OSCE Bewertungsbogen

Grundlage für die objektive Evaluation einer Reanimation ist der Bewertungsbogen (siehe Anhang), mit dem umfassend alle Aspekte einer Reanimation nach den aktuell gültigen ERC Leitlinien von 2010 erfasst werden können. Dazu wurde der Bewertungsbogen in zwei Abschnitte gegliedert. Der erste Abschnitt erfasst den Basic Life Support (BLS) mit einem Helfer. Weitaus umfangreicher ist der zweite Abschnitt. In diesem wird der Advanced Life Support (ALS) mit drei Helfern dokumentiert. Dabei werden pro Item Punkte vergeben. Volle Teilpunktzahl wird vergeben, wenn der betreffende Aspekt der Reanimation im Rahmen des Algorithmus korrekt terminiert und suffizient durchgeführt wurde. Keine Punkte gibt es bei Nichterfüllen des Gegenstandspunktes, beziehungsweise wenn die Durchführung insuffizient war. Als Abstufung wird die halbe Punktzahl vergeben, wenn die durchgeführte Handlung nicht im vollen Umfang durchgeführt oder der zeitliche Rahmen überschritten wird. Einige Items bleiben jedoch auch dichotom, wenn eine Abstufung nicht sinnvoll ist.

Der BLS-Bewertungsbogen ist in vier Blöcke gegliedert. Der erste ist der diagnostische Block, in dem das Auffinden der Person und das Feststellen der Vitalparameter bewertet werden. Teil dieses diagnostischen Blocks sind auch der Hilferuf und das korrekte Freimachen der Atemwege. In diesem Abschnitt werden insgesamt 24 Punkte vergeben.

Dann folgen die Punkte für die Herzdruckmassage. Dabei ist neben dem richtigen Druckpunkt und der korrekten Handhaltung, auch die Frequenz (100/min) und Kompressionstiefe (38 – 52 mm) wichtig. Zudem wird erfasst wie hoch der Anteil der Kompressionen ist, bei denen nicht voll entlastet wird (incomplete release). Die maximale Teilpunktzahl dieses Abschnitts sind 20.

Bei der Erfassung der Leistung bei der Beatmung ist im BSL – Teil das durchschnittliche Atemzugvolumen wichtig. Dieses kann nur erzielt werden, wenn der

Atemhub mit der korrekten Technik dargeboten wird. Hier werden bis zu sechs Punkte vergeben.

Im letzten Abschnitt wird bewertet, welcher Anteil der kardiopulmonalen Reanimation mit dem korrekten Kompressions-Ventilations-Verhältnis durchgeführt wurde. Entsprechend der aktuellen Leitlinien sind dies 30 Kompressionen, gefolgt von 2 Beatmungen. In diesem Block werden noch einmal bis zu 10 Punkte verteilt.

Die Zahlenwerte für die Bewertung lassen sich gut mit Patientensimulatoren messen, welche diese Parameter erfassen und an eine entsprechende Auswertungssoftware auf einem Computer weitergeben können. Bei der folgenden Datenerhebung kam als Simulator die Resusci-Anne von Laerdal zum Einsatz, zusammen mit der dazugehörigen Software (Laerdal PC SkillReporting System). Als volle Punktzahl können im BLS-Teil 60 Punkte erreicht werden.

Der ALS – Bewertungsbogen umfasst sieben Blöcke. Zunächst werden Basispunkte für Anlage des EKG, Defibrillation, i.v.-Zugang, Herzdruckmassage, Beatmung, Helferwechsel und Rollenverteilung vergeben. Diese dokumentieren lediglich die Ausführung der einzelnen Punkte. Jeder einzelne Gegenstandspunkt wird mit 10 Punkten bewertet und so werden bis zu 70 Basispunkte vergeben.

Im folgenden Bewertungsblock werden Anordnung zum Helferwechsel und die zeitliche Ausführung dokumentiert. Diese müssen angeordnet oder zumindest in dem Team kommuniziert werden. Den Leitlinien entsprechend sollte der Helfer, der die Thoraxkompressionen durchführt nach jedem CPR – Zyklus wechseln. Das entspricht etwa zwei Minuten. Für vier Helferwechsel im Zeitrahmen des Szenarios werden bis zu 16 Teilpunkte vergeben.

Im nächsten Abschnitt wird das Atemwegsmanagement bewertet. Als erstes Item in diesem Block wird erfasst, in welcher Zeit Sauerstoff an den Beatmungsbeutel angeschlossen wird. Dies sollte innerhalb von 2 Minuten geschehen, um die Maximalpunktzahl zu erreichen. Weiterhin muss versucht werden die Atemwege zu sichern. Goldstandard ist hier die endotracheale Intubation, aber auch alternative Methoden der Atemwegsicherung werden bei Erfolg mit voller Punktzahl bewertet. Wichtig ist hier wieder der Zeitfaktor, denn der Intubationsversuch sollte die

kardiopulmonale Reanimation nicht länger als für 30 Sekunden unterbrechen. In diesem Teil ist eine Vergabe von bis zu 30 Punkten möglich

Dann wird erfasst, ob die Differentialdiagnosen (6 Hs [Hypoxie, Hypovolämie, Hyperkaliämie, Hypokaliämie, Hypothermie, Herzbeuteltamponade] und ITS [Intoxikation, Infarkt, Trauma, Thromboembolie, Spannungspneumothorax, Säure-Basen-Störung]) besprochen werden, die einem Herz-Kreislauf-Stillstand zugrunde liegen können. Dabei gibt es jeweils für die Hs und für die ITS bis zu 10 Punkte, so dass als Teilpunktzahl in diesem Block maximal 20 Punkte erreicht werden können.

Im nächsten Bewertungsabschnitt wird das Rollenverständnis der Probanden evaluiert. Zu Beginn des Szenarios müssen sich die Teammitglieder überlegen, wer von Ihnen die Führungsrolle übernimmt. Die anderen beiden Teammitglieder fungieren dann als gleichwertige Helfer. Die Führungsperson sollte im Auge behalten, dass die Maßnahmen dem Algorithmus entsprechend ausgeführt werden. Desweiteren sollen Defibrillationen und Medikamentengaben von ihr angeordnet werden. Wenn das Team mit den definierten Rollen koordinierte Arbeit leistet, werden hier pro Person bis zu 10 Punkte vergeben. Somit ist die Maximalpunktzahl in diesem Block 30.

Der nächste Block erfasst Herzdruckmassage, EKG-Monitoring und Defibrillation. Zunächst wird der Zeitpunkt der EKG-Anlage bewertet. Der Schwerpunkt liegt in diesem Abschnitt vor allem auf der Defibrillation. Es wird erfasst wann defibrilliert wird und wie lange die Indikationsstellung (Rhythmusanalyse) dauert. Wichtig ist im Zusammenhang der Gruppendynamik auch, dass die Defibrillation deutlich angeordnet werden sollte. Dann werden ergänzend die Energiewahl und die Beachtung der Sicherheit im Umgang mit einem Defibrillator evaluiert. Die Ausführung der Herzdruckmassage wird im BLS-Teil bereits ausführlich evaluiert und so liegt hier vor allem das Augenmerk auf einer möglichst geringen „No-Flow-Time“. Alle unnötigen Verzögerungen der kardiopulmonalen Reanimation führen also zum Punktabzug. Wenn die Probanden suffiziente Wiederbelebungsmaßnahmen zeigen, sieht das Szenario vor, dass nach der vierten Defibrillation ein Sinusrhythmus wiedererlangt wird. Es werden noch Punkte für Zeitpunkt und Durchführung der Erfolgskontrolle (Pulstasten) vergeben. Maximal sind in diesem Abschnitt 54 Teilpunkte zu erreichen.

Der letzte Abschnitt dient der Bewertung des intravenösen Zugangs und der Gabe der Medikamente. Zunächst wird der Zeitpunkt der Anlage eines intravenösen Zugangs erfasst, was in den ersten 5 Minuten angestrebt werden sollte. Dann werden die Medikamentenapplikationen evaluiert. Dabei wird der Zeitpunkt, die Dosis, die Ausführung und die Nachbearbeitung (Nachspülen, Hochhalten der entsprechenden Extremität) erfasst. Auch hier ist die Kommunikation ein wichtiger Teil der Punktevergabe. Die Gabe des Medikaments soll angeordnet und die Ausführung bestätigt werden. Die hier zu erreichende Maximalpunktzahl ist 30.

In allen Teilbereichen des ALS-Bewertungsbogens zusammen lässt sich eine Maximalpunktzahl von 240 Zählern erreichen. Nachdem das Szenario durchgespielt ist und die Daten erfasst sind, sollen sich die Probanden für den ALS-Teil noch einmal selbst bewerten. Dabei müssen sie sich in Hinblick auf Herdruckmassage und Defibrillation, Helferwechsel, Atemwegssicherung, Kommunikation, sowie auf das Gesamturteil Noten von 1 bis 4 geben, wobei die 1 die beste Note darstellt. Darin liegt eine Möglichkeit, zu vergleichen inwieweit die Eigenwahrnehmung der Probanden mit den objektiven Fakten korreliert.

## 4.2. Probanden

### 4.2.1. Studiengruppe

Die Studiengruppe an dem der Bewertungsbogen eingesetzt wurde, umfasst die Teilnehmer des Notfallpraktikums im Wintersemester 2010/2011, das ein Teil des Querschnittsfaches Notfallmedizin ist. Der Stichprobenumfang betrug 103 Probanden aus der Studentenschaft. In der Regel befanden sich die Testpersonen zum Messzeitpunkt im siebten oder achten Semester des Medizinstudiums.

Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen der Prüfung des Notfallpraktikums. Neben der Erfassung der Daten für die Studie dienen die Bewertungsbögen als Benotungsgrundlage. In dem Notfallpraktikum wurden den Studenten die Maßnahmen des Basic-Life-Support und Advanced-Life-Support vermittelt. Der Kurs wurde interaktiv gestaltet und der Schwerpunkt lag auf der Praxis. In 4 Kursstunden dienten einfache Fallbeispiele (BLS- und ALS-Szenarien) der praktischen Übung. Am ersten Kurstag war der Basic Life Support Hauptthema. Gefolgt von einem Kurs über die invasiven Maßnahmen bei der Reanimation, also Intubation und intravenöse Punktion. Abschließend wurde in 2 Kursstunden ein Megacode-Training absolviert.

An Notfallpuppen sowie mit Notfallrucksack und Defibrillator konnten die Fertigkeiten mehrfach geübt werden. Die Studenten hatten weiterhin die Möglichkeit im Simulatorzentrum des Uniklinikums des Saarlandes selbstständig mit den Notfallsimulatoren zu üben. Ergänzend gab es eine begleitende Vorlesung, in der die theoretischen Grundlagen näher dargestellt wurden.

Während der Prüfung wurden die Probanden für den BLS-Teil einzeln geprüft. Für den ALS-Teil sollten sich Dreiergruppen finden. Die Prüfung erfolgt in Gruppen verteilt auf mehrere Prüfungstage. In der Regel fanden sich problemlos Dreiergruppen. In einigen Fällen mussten einige Probanden noch einmal den ALS-Teil mitmachen, damit die Prüfungsgruppe vollständig war. Es wurde jedoch nur die erste Leistung der betreffenden Studenten gewertet. Zudem durften sie in dem Szenario lediglich eine Helferrolle einnehmen.

#### **4.2.2. Ärztliche Kontrollgruppe**

Die Vergleichsgruppen umfassten 23 Ärzte. Diese bestanden aus 8 Assistenzärzten mit Erfahrungen im Bereich der Notfallmedizin (Vergleichsgruppe 1) und 15 Weiterbildungsassistenten ohne spezielle notfallmedizinische Vorbildung (Vergleichsgruppe 2). Von den Assistenzärzten mit notfallmedizinischen Kenntnissen haben mehrere eine Notarztausbildung.

Die Ärzte der Vergleichsgruppe 1 wurden an einem Termin analog zu den Studentengruppen getestet. Nach dem BLS-Szenario, das von den 8 Probanden einzeln absolviert wurde, bildeten sie 3 Gruppen für den ALS-Teil. Eine dieser Dreiergruppen wurde durch einen Oberarzt der Anästhesie ergänzt, der eine Helferrolle übernahm, ansonsten jedoch nicht in die Wertung eingegangen ist.

Die Assistenzärzte der Vergleichsgruppe 2 wurden an zwei Terminen geprüft, zunächst 7 dann 8 Probanden. An beiden Terminen konnten jeweils drei Gruppen für das ALS-Szenario gebildet werden.

### 4.3. Material

Das Reanimationsszenario wurde an der „Resusci-Anne“ der Firma Laerdal simuliert. Dabei handelt es sich um einen Notfall-Patientensimulator für das realitätsnahe Erlernen und Üben von BLS- und ALS-Maßnahmen.

Diese Puppe ist ein Ganzkörper-Modell, das mit einer Kunststoffhaut überzogen ist. Das Gesicht ist der Unbekannten aus der Seine nachempfunden, einer Totenmaske von einer ertrunkenen jungen Frau aus dem Jahr 1900. Die Augenlider lassen sich für eine Pupilleninspektion hochziehen. Der Thorax ist komprimierbar und zeigt Atemexkursionen bei Beatmung oder Spontanatmung. Um die Atmung zu simulieren, muss zuvor mit der mitgelieferten Luftpumpe zunächst Druck aufgebaut werden. Weiterhin können Atem- und Herzgeräusche simuliert werden. Infundierbare Venen erlauben das Üben der Venenpunktion. Es können EKG-synchrone Pulse generiert werden, die sich an den Carotiden, der Arteria brachialis und der Arteria radialis palpieren lassen. Am rechten Arm ist eine Blutdruckmessung durchführbar. Über vier Konnektoren ist eine Ableitung aller gängigen EKG Bilder möglich. Zudem ist die Notfallpuppe defibrillierbar. Die anatomisch korrekte Nachahmung der oberen Luftwege ermöglicht das Training des Airway Managements, wie zum Beispiel Intubation oder das Platzieren einer Larynxmaske. Bei einer Fehlintubation bläht sich das Abdomen deutlich. Am Kehlkopf ist zur Erleichterung der Intubation der Handgriff nach Knill (Krikoiddruckmanöver) möglich. Durch die realistisch geformte Mandibula ist der Esmarch-Handgriff gut durchführbar. Weiterhin kann der Simulator akustisch Stöhnen und Erbrechen wiedergeben. Die Notfallsimulationspuppe ist bekleidet mit einem Trainingsanzug.

Die simulierten Vitalparameter, die Atmung und die Geräuschwiedergabe können über eine Funkfernbedienung eingestellt werden. Es lassen sich Szenarios einprogrammieren, welche die Simulation verschiedener Fallbeispiele vereinfachen. Die Effektivität der Beatmung (Beatmungsdruck und -volumen) und Thoraxkompressionen (Drucktiefe und Frequenz) ist über eine Software (Laerdal PC SkillReporting System) am Computer nachvollziehbar. Die Daten können auch gespeichert werden, um sie in Nachbesprechungen zu nutzen.

Die erste Station wird zur Basic-Life-Support-Prüfung aufgebaut. Der Notfallsimulator wird auf eine rutschfeste Matte gelegt. Über ein Kabel ist dieser mit einem tragbaren Computer verbunden, auf dem die Laerdal PC SkillReporting Software eine Leistungserfassung der Probanden möglich macht. Als Hilfsmittel zur Bearbeitung des Szenarios erhalten die Probanden einen Beatmungsbeutel mit Maske (Größe 5) und einen Guedeltubus (Größe 5).

An der zweiten Station wird die Advanced-Life-Support-Prüfung durchgeführt. Auch hier wird ein Notfallsimulator (Resusci-Anne) auf einer rutschfesten Unterlage aufgebaut. Am linken Arm der Simulationspuppe ist ein intravenöser Zugang gelegt, über der Infusionslösungen und Medikamente verabreicht werden können. Diese Flüssigkeiten werden über einen Katheter in einen Beutel geleitet, der in der Hose der Notfallpuppe platziert ist.

Als Equipment erhalten die Probandengruppen den „HeartStart MRx ALS Monitor/Defibrillator“ der Firma Philips und einen Notfallrucksack, um das Szenario abzuarbeiten.

Der Philips HeartStart MRx ist ein konfigurierbarer Monitor und Defibrillator in einem Gerät. Es erlaubt ein umfangreiches Monitoring (12-Kanal-EKG, Pulsoxymetrie, Kapnometrie, Temperaturmessung, invasive und nicht – invasive Blutdruckmessung), sowie automatische (AED-Modus) und manuelle Defibrillation. Bei der Energiewahl zur manuellen Defibrillation sind die Auswahl von 1-10, 15, 20, 30, 50, 70, 100, 120, 150, 170 und 200 Joule möglich, wobei 150 als Gerätestandard optisch hervorgehoben ist. Für das EKG Monitoring wurde in dem Szenario ein Kabel für die 3-Kanal EKG Ableitung und Paddles für die externe Defibrillation bereitgestellt.

Der Notfallrucksack enthält im Hauptfach folgendes Material:

- i.v.-Kanülen verschiedener Größe,
- Infusionsleitungen,
- kristalloide und kolloidale Infusionslösungen,
- eine 100 ml NaCl-Lösung mit Spritzenadapter als Universalmedikament,
- einen Stauschlauch,

- einen Beatmungsbeutel mit Maske, Sauerstoffreservoir und Sauerstoffleitung,
- eine Blutdruckmanschette,
- ein Stethoskop.

In einem weiteren Fach gab es folgendes Material:

- ein Laryngoskop mit verschiedenen Spateln,
- einen Endotrachealtubus (Größe 7.5) mit Cuff und Führungsstab,
- Fixierungsmaterial für den Tubus,
- eine Spritze (10 ml),
- Guedeltuben verschiedener Größe und
- ein Gleitmittel auf Silikonbasis.

Weiterhin gibt es in dem Rucksack ein Ampullarium mit folgendem Inhalt:

- Spritzen verschiedener Größe und Kanülen,
- 10 Ampullen Adrenalin (Suprarenin<sup>®</sup> 1ml = 1 mg Epinephrin),
- 10 Ampullen Atropin (Atropin<sup>®</sup> 1 ml = 0.5 mg Atropinsulfat) und
- 5 Ampullen Amiodaron (Cordarex<sup>®</sup> 3ml = 150 mg Amiodaronhydrochlorid).

Beide Stationen wurden für die Prüfungen beziehungsweise Stichprobenerhebungen getrennt in zwei großen Räumen des Simulatorzentrums im Uniklinikum des Saarlandes in Homburg/Saar aufgebaut. An beiden Stationen ist ausreichend Platz vorhanden. Das Material für die Bearbeitung der Fallbeispiele ist an den Stationen aufgebaut, kann jedoch nach Belieben durch die Probanden umgestellt oder genutzt werden.

## 4.4. Durchführung

Simuliert werden ein bewusstloser Patient ohne Puls und Atmung für den BLS-Teil, sowie ein hyperdynamer Kreislaufstillstand durch Kammerflimmern für den ALS-Teil.

Die Probanden müssen zunächst die BLS – Prüfung als erste Station absolvieren. Das Szenario sieht vor, dass sie eine leblose Person vorfinden. Als Hilfsmittel erhalten die Prüflinge Beatmungsbeutel und Guedeltubus. Zunächst soll Bewusstsein, Atmung und Puls überprüft und festgestellt werden, dass die Person reanimationspflichtig ist. Es wird erwartet, dass ein Hilferuf abgesetzt wird. Dazu reicht es jedoch aus, wenn erwähnt wird, dass der Notarzt alarmiert ist. Nach dem Freimachen der Atemwege soll dann Herzdruckmassage und Beatmung im Verhältnis 30 zu 2 erfolgen.

Über die Analyse – Software (Laerdal PC SkillReporting System) wird die Effizienz der Herzdruckmassage und das Tidalvolumen der Beatmung beurteilt. Die ermittelten Werte werden von den Prüfern auf dem Bewertungsbogen festgehalten. In der Regel müssen die Probanden fünf CPR-Zyklen absolvieren.

Im Anschluss daran sollen sich die Prüflinge zu Gruppen mit je drei Personen zusammenfinden. Diese Gruppen haben sich bei der Studiengruppe in der Regel schon im Rahmen des Notfallpraktikums gefunden. In diesem Team wird dann die ALS-Prüfung absolviert. Hier sieht das Szenario eine Person mit hyperdynamen Kreislaufstillstand durch Kammerflimmern vor. Das Notfallteam erhält zum Bearbeiten des Falles einen EKG-Monitor und Defibrillator, sowie einen Notfallrucksack.

Zur Einweisung in die Situation wird denn Probanden gesagt, sie seien das definitive Notfallteam und eine Alarmierung weiterer Kräfte sei nicht notwendig beziehungsweise möglich. Ein i.v.-Zugang an der Notfallsimulationspuppe ist bereits gelegt und als Legen des Zugangs werde der Anschluss einer Infusion gewertet. Die Medikamentengabe läuft so ab, dass jedes Medikament, das verabreicht werden soll, in entsprechender Dosis aus dem Ampullarium genommen wird. Dann soll die äquivalente Menge an Natriumchlorid-Lösung aus einer im Notfallrucksack befindlichen 100ml Infusionsflasche entnommen werden, die als

Universalmedikament fungiert. Das Medikament gilt dann als gegeben, wenn dieses Universalmedikament über den Zugang i.v. verabreicht wird. Dann dürfen sich die Probanden noch einmal kurz mit dem Inhalt des Notfallrucksacks vertraut machen. Prinzipiell ist der Notfallrucksack, sowie der Philips HeartStart MRx ALS Monitor/Defibrillator und dessen Bedienung den Studenten jedoch auch schon aus dem Notfallpraktikum bekannt gewesen. Zuletzt müssen sie Einen aus der Gruppe auswählen, der in dem Szenario die Führungsrolle übernimmt.

Von der Gruppe wird nun eine Reanimation gemäß geltender ERC-Leitlinien erwartet und die erzielten Ergebnisse auf dem Bewertungsbogen notiert. Bei der Defibrillation müssen die Probanden darauf achten, dass der Defibrillator der Firma Philips bei der Energiewahl für die manuelle Defibrillation die Auswahl bei 150 Joule optisch hervorgehoben hat. Gemäß den Leitlinien, die im Zweifelsfall eine Energiewahl von 200 Joule vorsehen, wird jedoch eine Defibrillation mit dieser Energie erwartet, worauf die Studenten aber auch im Rahmen des Praktikums hingewiesen worden sind. Wichtig ist auch, dass die No-Flow-Time möglichst niedrig gehalten werden soll. So darf die Herzdruckmassage nur zur Defibrillation und weniger als 30 Sekunden für einen Intubationsversuch unterbrochen werden. Jeder weitere Verzug der Thoraxkompressionen führt zu Punktabzügen. Um nun möglichst eine möglichst effiziente Herzdruckmassage zu gewährleisten, spielen auch regelmäßige Helferwechsel alle 2 Minuten eine zentrale Rolle. Zur Sicherung der Atemwege sollte ein Versuch der endotrachealen Intubation erfolgen. Der Versuch darf jedoch nur maximal 30 Sekunden dauern und bei ausbleibendem Erfolg sollte es bei dem einen Versuch bleiben. Eine alternative Atemwegssicherung (z.B. Larynxmaske oder Kombitubus) steht in dem Szenario nicht zur Verfügung. Aber die verwendete Notfallpuppe ist mit den gegebenen Mittel gut unter Sicht zu intubieren. Es wird erwartet, dass mindestens eine Dosis Adrenalin mit 1 mg i.v. appliziert wird. Die erste Dosis zwischen dritter und vierter Defibrillation. Eine weitere Adrenalingabe erfolgt gemäß den Leitlinien nach 3 bis 5 Minuten, was jedoch im Zeitrahmen des Szenarios in der Regel nicht erforderlich wird. Auf jeden Fall darf keine weitere Adrenalingabe erfolgen, wenn der Rhythmus zum Sinusrhythmus konvertiert ist. Bei der Amiodaron-Gabe mussten die Probanden berücksichtigen, dass die empfohlene Dosis für die initiale Applikation 300 mg beträgt, eine Brechampulle aber nur 150 mg enthält und somit gleich zwei Ampullen aufgezogen werden müssen. Auch hier wird die

fakultative Wiederholungs-dosis von 150mg Amiodaron nicht im Rahmen der Prüfungskonstellation fällig.

Im Laufe der Reanimation müssen zudem mögliche Differentialdiagnosen als Ursache des Kreislaufstillstandes erörtert werden. Hier wurden die Diagnosen erwartet, welche sich als die 6 Hs (Hypoxie, Hypovolämie, Hyperkaliämie, Hypokaliämie, Hypothermie, Herzbeutel-tamponade), als ITS (Infarkt, Intoxikation, Trauma, Thromboembolie, Spannungspneumothorax, Säure-Basen-Störung) oder insgesamt als HITS merken lassen. Dabei reicht es im Rahmen des Szenarios aus, wenn jeder Punkt einmal angesprochen wurde. Nach der vierten Defibrillation wird, insofern die Maßnahmen zuvor suffizient durchgeführt worden sind, vom Prüfungsleiter über die Fernbedienung ein Sinusrhythmus eingestellt. Dennoch soll das Team gemäß der geltenden Leitlinien noch weitere 5 Sequenzen Herzdruckmassage und Beatmung folgen lassen. Erst dann kann von einer ausreichenden Wiederherstellung einer Spontanzirkulation ausgegangen werden, was die Probanden zum Abschluss durch das Tasten peripherer Pulse verifizieren müssen. Im Fall das die Maßnahmen in hohem Maße insuffizient oder unvollständig sind, wird kein Reanimationserfolg erzielt und vom Prüfungsleiter nach der vierten erfolglosen Defibrillation abgebrochen. Einer der Aspekte, die noch bewertet wird ist, inwieweit die zu Beginn erfolgte Rollendefinition im Rahmen der Prüfung eingehalten wurde.

Zum Abschluss musste die Gruppe sich selbst bewerten. Es sollten Noten von 1 bis 4 vergeben werden, wobei 1 die beste Note darstellt. Bewertet werden sollten die Herzdruckmassage und Defibrillation, die Helferwechsel, die Atemwegssicherung und die Kommunikation untereinander. Als Letztes musste ein Gesamturteil von den Probanden abgegeben werden.

## 4.5. Datenerhebung und Statistik

Die Datenerhebung erfolgte bei der Studiengruppe an 5 Terminen verteilt über das Wintersemester 2010/2011. Die Studenten waren in Gruppen mit jeweils 6 bis 9 Personen eingeteilt und pro Prüfungstermin wurden drei Gruppen jeweils zeitversetzt geladen. Um einen zügigen Ablauf zu gewährleisten liefen BLS- und ALS-Test parallel. Sobald alle Probanden aus einer Prüfungsdreiergruppe den BLS-Teil abgeschlossen hatten, wurden ihre Leistungen im Advanced Life Support gemessen. Die Daten der ärztlichen Kontrollgruppen wurden an drei Terminen erhoben. Die Assistenzärzte mit notfallmedizinischer Erfahrung wurden zu Beginn des Jahres 2011 geprüft. Anschließend erfolgten im Sommer 2011 die beiden Datenerhebungen mit den Weiterbildungsassistenten ohne notfallmedizinische Erfahrung.

Mit dem OSCE Bewertungsbogen wurden die Ergebnisse der Probanden während der Prüfung umgehend schriftlich erfasst. Diese Prüfungsprotokolle werden als originale Datensätze zunächst aufbewahrt, auch um im Rahmen der Studie auf diese zurückgreifen zu können.

Der BLS-Teil wurde von einem Prüfer durchgeführt und bewertet. Einige der BLS-Daten stammen dabei aus der Messsoftware von Laerdal. Im ALS-Teil wurde der Bewertungsbogen jeweils durch zwei Prüfer ausgefüllt. Alle Prüfungsleiter waren Ärzte der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie des Universitätsklinikums des Saarlandes. Im Rahmen der Bewertung waren auch nichtärztliche Prüfer beteiligt, die mit dem Bewertungsbogen umfassend vertraut und im Umgang mit der Laerdal-Software geschult sind.

Zur statistischen Auswertung der Daten wurden diese in die Datenbank der Software IBM SPSS Statistics (Version 17.0) eingepflegt. Von den Gesamtpunktzahlen und wichtigen Abschnittsmesswerten wurde mit diesem Statistikanalyseprogramm eine Häufigkeitsanalyse und deskriptive Statistik errechnet. Bei gesonderten Fragestellungen wurden auch einzelne Items analysiert, um eine statistisch gesicherte Aussage treffen zu können. Alle Aussagen des Ergebnisteils beruhen auf diesen Berechnungen und die Diagramme sind ebenfalls aus dem Programm importiert. Eine Reliabilitätsanalyse umfasst alle Items des Beurteilungsbogens und wird für jede Stichprobe durchgeführt. Zur Messung der Punkteunterschiede zwischen den Gruppen sind der t-Test für unverbundene Stichproben, wenn die

erzielten Werte annähernd normalverteilt sind, oder ein Mann-Whitney-Test, bei nicht normalverteilten Daten, sinnvoll.

Im Rahmen der Ergebnisanalyse wurde zur Beratung das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik [IMBEI] der Universität des Saarlandes hinzugezogen. Diese gaben Hinweise für die Planung der Studie und deren statistische Auswertung, sowie zur Bewertung der Ergebnisse. Weiterhin führten sie eine vorläufige Reliabilitätsanalyse der Daten durch, deren Ergebnisse sich mit der endgültigen Analyse decken.

## 5. Ergebnisse

In der Studiengruppe wurden mit dem Kurs der Notfallmedizin im Wintersemester 2010/2011 entsprechend der Teilnehmerzahl 103 Datensätze erfasst. Alle Datensätze sind vollständig und gehen in die Bewertung ein. Die ärztliche Vergleichsgruppe umfasst die Daten von 23 Assistenzärzten des Universitätsklinikums des Saarlandes. Davon sind 8 Studienteilnehmer Assistenzärzte mit notfallmedizinischer Erfahrung, sie bilden Gruppe 1 der ärztlichen Vergleichsgruppen. Die anderen 15 Probanden sind Assistenzärzte ohne notfallmedizinische Erfahrung und diese sind Gruppe 2 der Kontrollgruppe. In dieser Fraktion ist ein Datensatz unvollständig und geht nur in die BLS-Bewertung ein. Im ALS-Abschnitt und der Gesamtbewertung konnte dieser Datensatz jedoch nicht berücksichtigt werden, dementsprechend ebenso bei der Analyse der Testgüte.

In der Analyse der Daten werden die Teilbereiche „Basic Life Support“ und „Advanced Life Support“ jeweils getrennt betrachtet. Da die BLS-Prüfung einzeln und die ALS-Prüfung in Teams zu je drei Personen erfolgt ist, lassen sich ansonsten Verzerrungen der Einzelleistungen nicht ausschließen.

Danach werden die Gruppen untereinander verglichen, um Unterschiede in den Leistungen der Gruppen und deren Detektion durch den OSCE-Bewertungsbogen aufzuzeigen. In diesem Abschnitt hat dies rein deskriptiven Charakter und die Bewertung erfolgt im Rahmen der Diskussion.

In der ärztlichen Vergleichsgruppe werden zunächst die einzelnen Untergruppen miteinander verglichen, bevor die erhobenen Daten zu einem Gesamtergebnis summiert werden. Dies geschieht im Hinblick darauf, dass die einzelnen Subpopulationen eine unterschiedliche Expertise zum Thema kardiopulmonale Reanimation mit einbringen.

Abschließend erfolgt die Analyse der Testgüte der Testmethode und des Bewertungsbogens. Auch dieser Teil wird erst in der Diskussion gewertet und hat an dieser Stelle eine beschreibende Form.

## 5.1. Studiengruppe

Die Anzahl der Datensätze in der Studiengruppe umfasst 103, von denen alle vollständig sind und somit in die Auswertung einbezogen werden.

### 5.1.1. Basic Life Support

Im BLS-Abschnitt konnten maximal 60 Punkte erreicht werden. Die erzielten Punktzahlen reichen von 40 bis 60 Zählern.

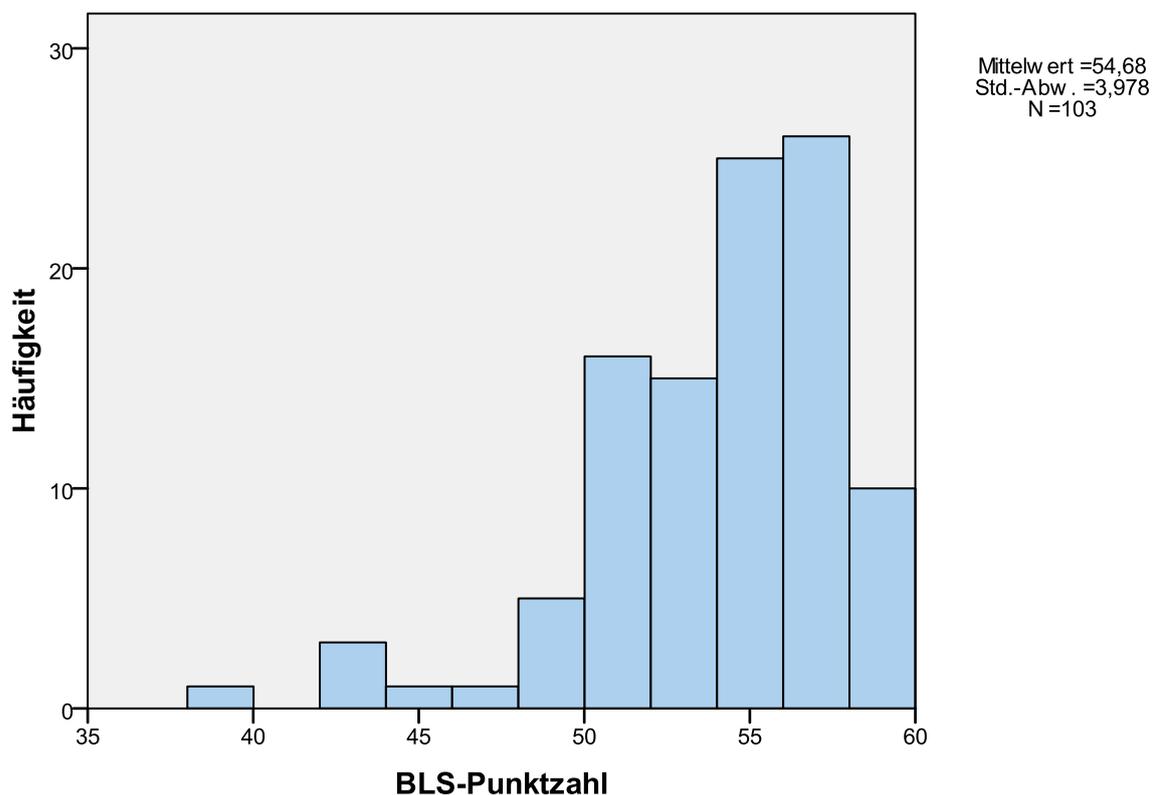


Abbildung 6: BLS-Punktzahl der Studenten (Histogramm)

Die größte Gruppe (21.4%) hat 58 Punkte erzielt und 10 Studenten (9.7%) haben die volle Punktzahl erreichen können. Insgesamt konnten 91.3% der Studenten 50 oder mehr Punkte erreichen. Mit Werten von 40 bis 60 Punkten ergibt sich eine

Spannweite von 20. Der Mittelwert der BLS-Gesamtpunktzahl liegt bei 54.68 Punkten, bei einer Standardabweichung von 3.98 (Varianz 15.83). Damit liegt dieser im 95% Konfidenzintervall, das sich von 53.90 nach 55.46 erstreckt. Der Median liegt bei 55.00 und der Modalwert bei 58.00. Die statistische Verteilung zeigt in der Häufigkeitsverteilung eine linksschiefe Kurve, die Schiefe liegt bei -1.15. Die Kurtosis liegt bei 1.76, somit ergibt sich ein Exzess von -1.24. Die Verteilung ist somit flacher als die Normalverteilung, also subgaußförmig (platykurtische Verteilung).

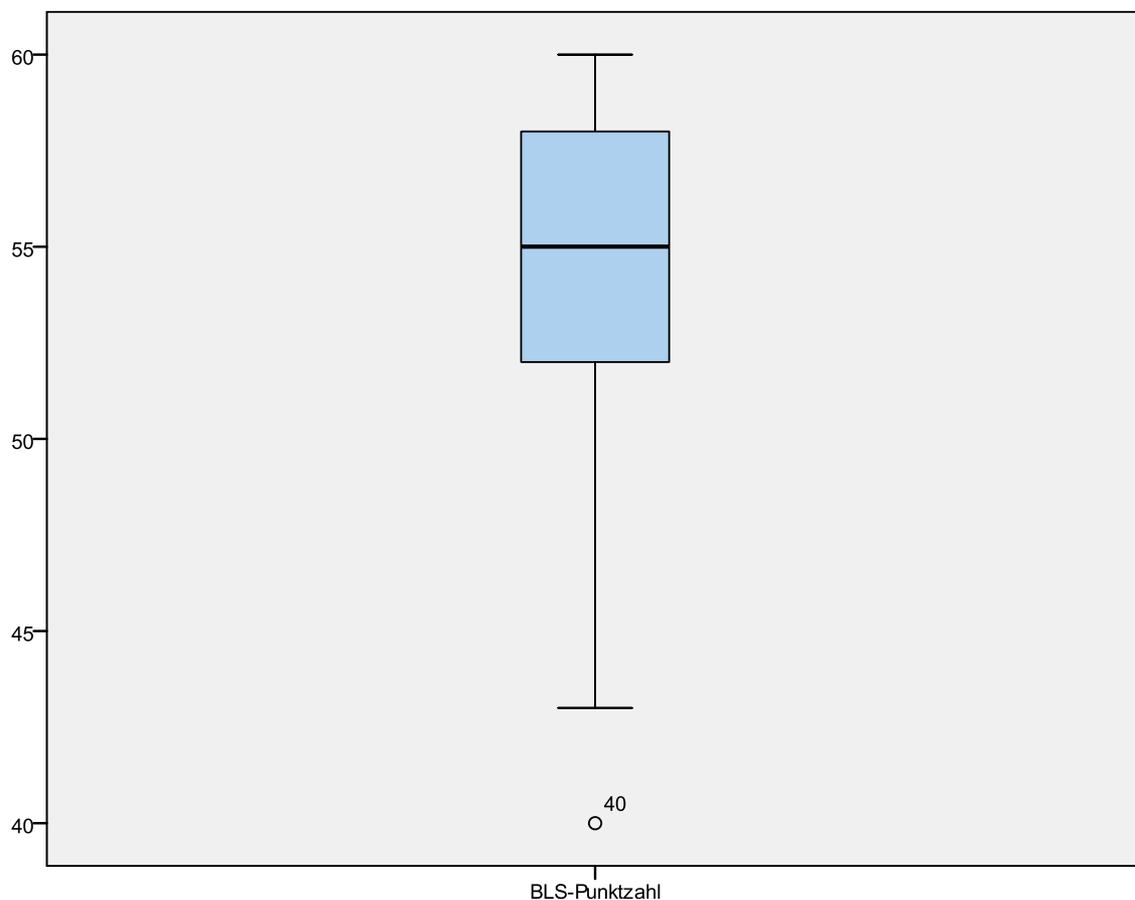


Abbildung 7: BLS-Punktzahl der Studenten (Boxplot)

Das 25. Quantil liegt bei 52, das 50. Quantil bei 55 und das 75. Quantil bei 58 Punkten. Der Interquartilsabstand liegt damit im Boxplot bei 6 und die Whiskers umfassen jeweils einen Bereich von 9 Punkten. Damit reichen sie unten an 43 Punkte und oben mit 60 Punkten ans Maximum. Aus dem Boxplot ergibt sich, dass es einen Ausreißer gegeben hat. Mit 40 Punkten liegt das Minimum unterhalb der 43

Punkte Marke. Da dieser Wert jedoch nicht weit aus dem Kollektiv der erzielten Punkte abweicht, kann man diesen als milden Ausreißer betrachten.

Die Gesamtpunktzahl ergibt sich im BLS – Teil aus vier bewerteten Blöcken, dem Diagnostikblock, der Herz–Druck–Massage, der Beatmung und dem Kompressions-Ventilationsverhältnis.

In dem Diagnostikblock waren maximal 24 Punkte zu erreichen. Bewertet werden als Teilaspekte das Feststellen des Bewusstseins, der Hilferuf, das Freimachen der Atemwege, die Zeitspanne in der die Atmung überprüft wird, das Feststellen der Atmung und des Blutkreislaufs. Jeder der 6 Items bringt maximal 4 Punkte. Hier haben die Prüflinge minimal 16 und maximal 24 Punkte erreicht. Die größte Gruppe der Probanden (39.8%) hat hier die volle Punktzahl erzielen können.

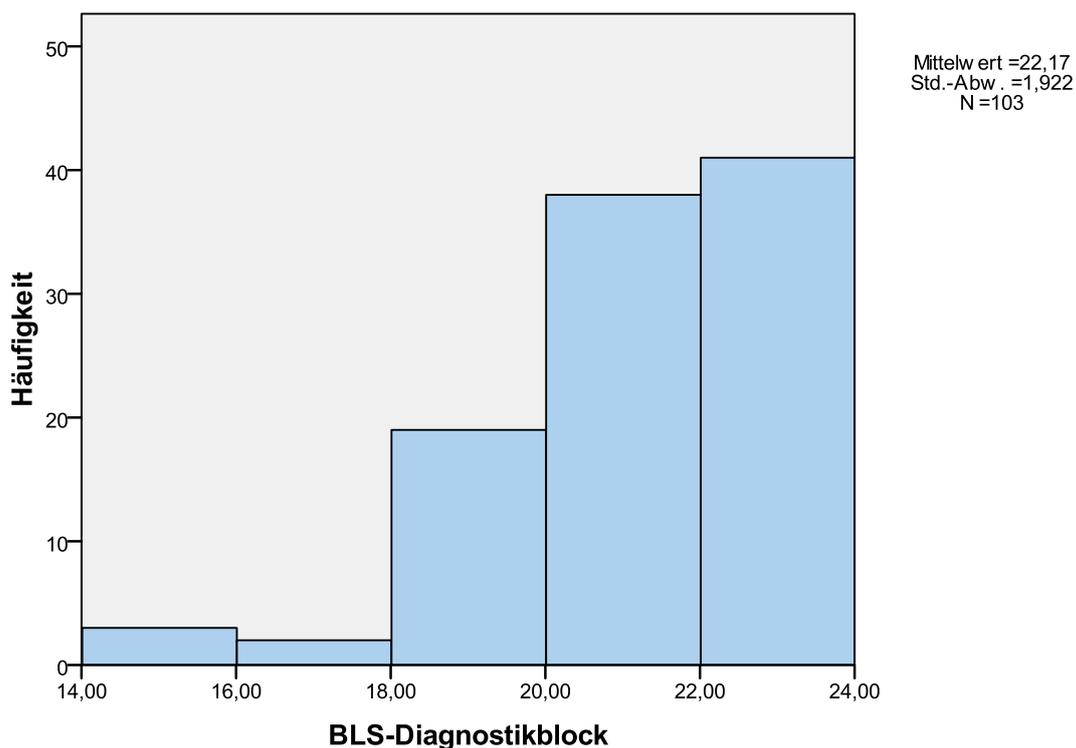


Abbildung 8: Punkte für den BLS-Diagnostikblock der Studenten

Für die Herz-Druck-Massage sind maximal 20 Punkte zu erreichen. Bewertet wurden Druckpunkt, Druckfrequenz, Drucktiefe, Handhaltung und die Entlastungsphasen. Bei

den fünf Items konnten jeweils 4 Punkte erreicht werden. Die Punkteverteilung erstreckt sich bei den Studenten von 10 bis 20 Punkten. Die beiden größten Gruppen (jeweils 39%) konnten 18 Punkte bzw. mit 20 Punkten die volle Punktzahl erreichen.

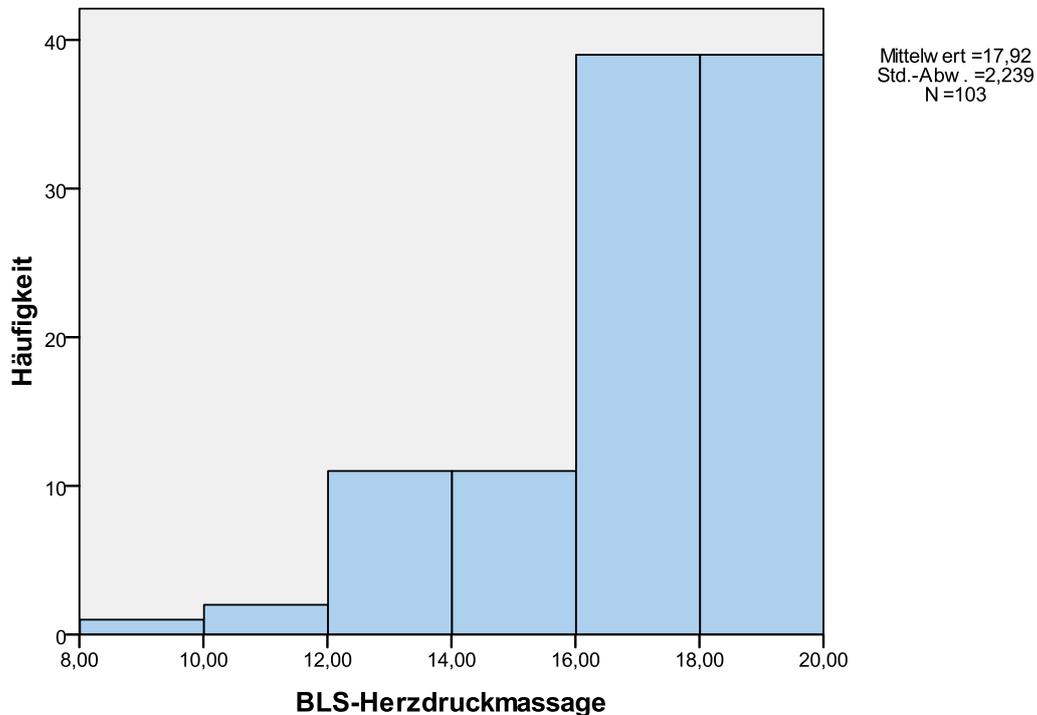


Abbildung 9: Punkte für die BLS-Herzdruckmassage der Studenten

Im nächsten Abschnitt erfolgt die Bewertung der Beatmung mit dem Beatmungsbeutel. Hierbei wurde das applizierte Atemzugvolumen betrachtet. Es konnten höchstens 6 Punkte erreicht werden. Die maximale Punktzahl konnte von 62 Probanden (60.2%) erreicht werden. 35 Studenten (34% der Stichprobe) erhielten bei diesem Item 3 Punkte. Eine Gruppe von 6 Prüflingen (5.8%) konnte hier keine Punkte erzielen.

Als letzter Aspekt wurde das Kompressions-Ventilations-Verhältnis bewertet. Hier waren 10 Punkte das Maximum, welches von 102 Studierenden erreicht wurde. Lediglich ein Proband erhielt hier 5 Punkte.

### 5.1.2. Advanced Life Support

Der ALS-Prüfungsteil wurde von allen 103 Probanden jeweils in Dreiergruppen absolviert. Alle Datensätze sind gültig und gehen in die Auswertung ein. Es sind maximal 240 Punkte erreichbar. Die erzielten Ergebnisse liegen zwischen 179 als Minimum und 240 als Maximum.

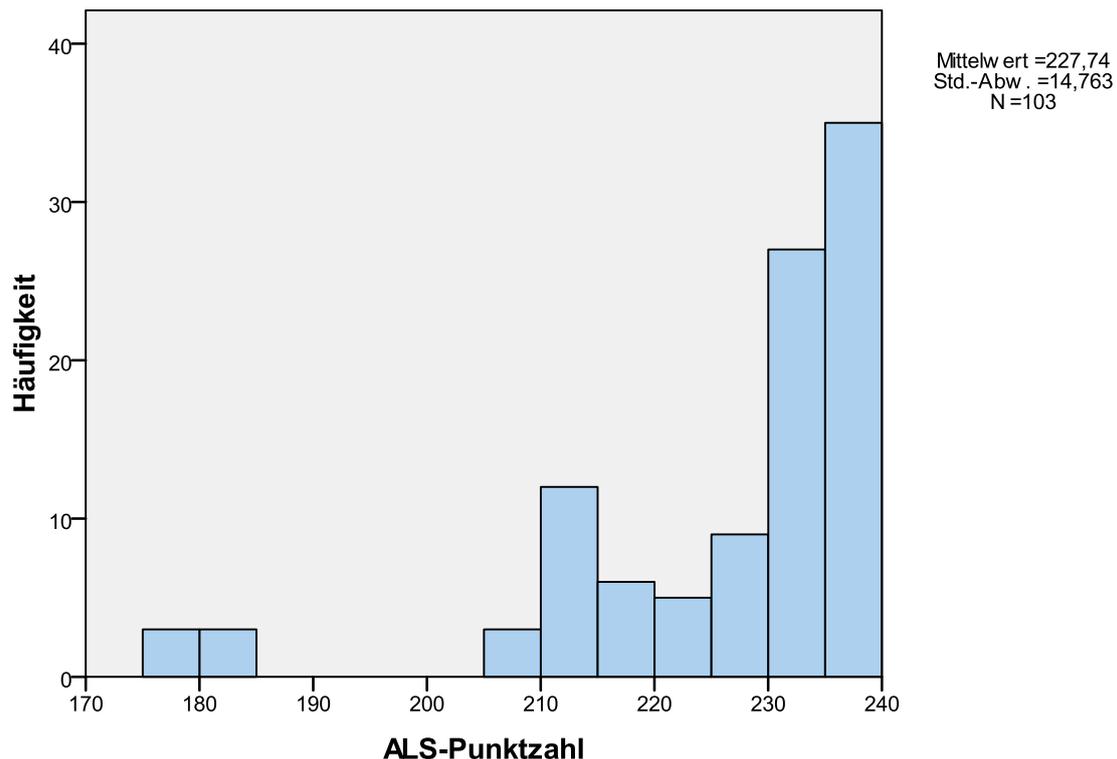


Abbildung 10: ALS-Punktzahl der Studenten (Histogramm)

Die erzielten Punktezahlen liegen im oberen Bewertungsspektrum. Mit 179 als Minimum und 240 als Maximum, ist die Spannweite 61 Punkte. In diesem Bereich überwiegen die hohen Punktzahlen. Die Mehrzahl (79.6%) konnten über 90% der Gesamtpunktzahl erreichen. Der Mittelwert der ALS-Gesamtpunktzahl liegt bei 227.74 Punkten mit einer Standardabweichung von 14.76 (Varianz 217.96). Dieser liegt somit im 95% Konfidenzintervall das sich von 224.85 bis 230.62 Punkten erstreckt. Der Median liegt bei 234 und der Modalwert liegt bei 234 Punkten. Die statistische Verteilung zeigt in der Häufigkeitsverteilung eine linksschiefe Kurve, die Schiefe liegt bei -1.85. Die Kurtosis liegt bei 3.33, somit ist der Exzess 0.33. Die

Wölbung der Verteilung ist dementsprechend supergaußförmig (leptokurisch Verteilung).

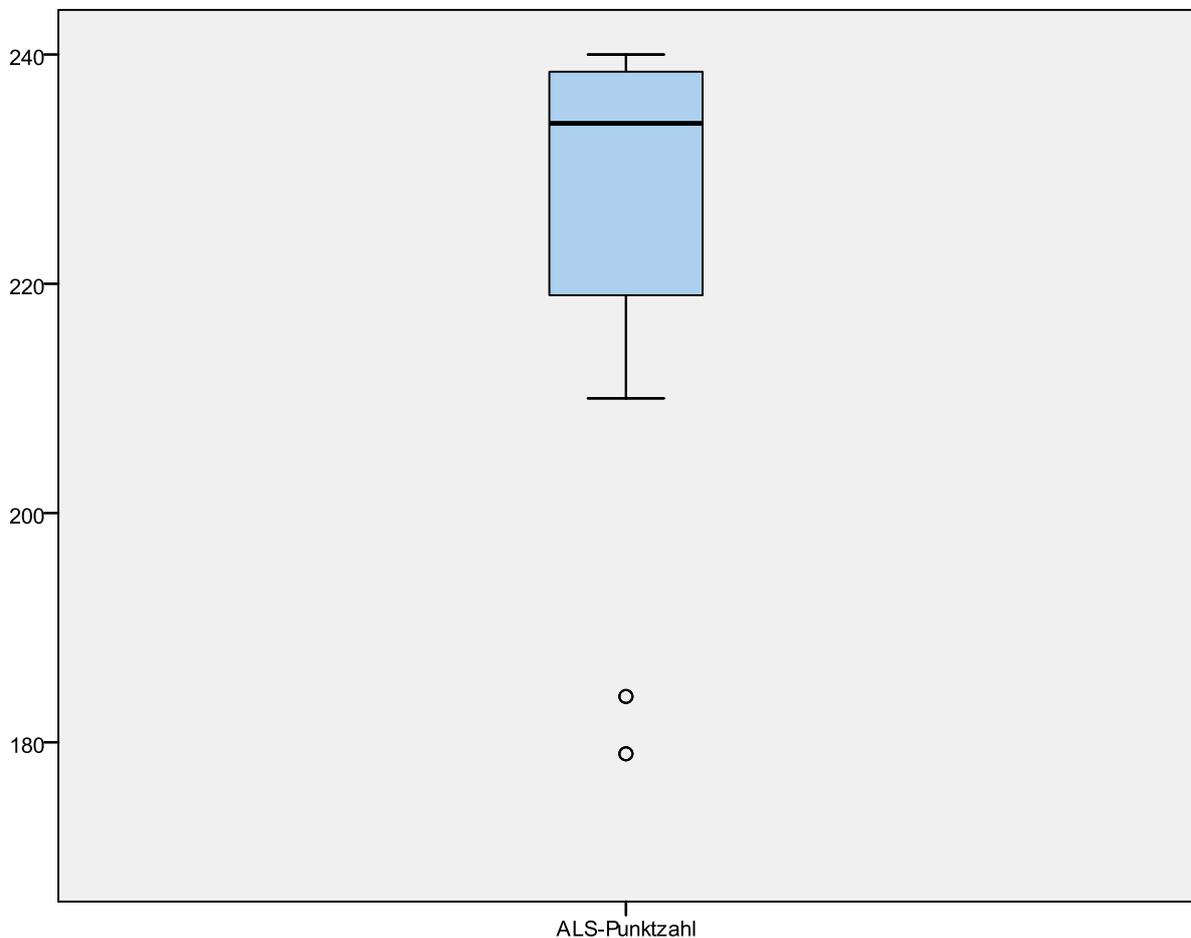


Abbildung 11: ALS-Punktzahl der Studenten (Boxplot)

Das 25. Quantil liegt bei 219, das 50. Quantil bei 234 und das 75. Quantil bei 239 Punkten. Der Interquartilsabstand liegt damit im Boxplot bei 20 und die Whisker umfassen jeweils einen Bereich von 30 Punkten. Damit reichen sie unten an 210 Punkte und oben mit 240 Punkten ans Maximum. Aus dem Boxplot ergibt sich, dass es sechs Ausreißer (2 Gruppen mit jeweils 3 Probanden) gegeben hat. Das Minimum liegt bei 179, einem Punktwert, der drei Mal vergeben wurde und eine weitere Gruppe konnte nur 184 sammeln. Diese liegen unter dem unteren Whisker, welcher bis 189 Punkten hätte reichen können und bis zum untersten Wert innerhalb seiner Reichweite, also 210 Punkte geht. Es handelt sich um milde Ausreißer.

Die Gesamtpunktzahl ergibt sich im ALS-Prüfungsteil aus 7 Teilbereichen. Das sind die Basispunkte, die Punkte für Herzdruckmassage, EKG-Monitoring und Defibrillation, die Bewertung der Helferwechsel, die Punkte für die Atemwegssicherung, der Block mit intravenösem Zugang und Medikamentengabe, dann die Differentialdiagnosen und zum Abschluss das Rollenverständnis.

In die Basispunkte fließen 7 Items ein, deren Ausführung mit jeweils 10 Punkten bestätigt wird. Das sind EKG-Anlage, Defibrillation, intravenöser Zugang, Herzdruckmassage, Beatmung, Helferwechsel und das Einhalten der Rollenverteilung. Somit waren maximal 70 Punkte erreichbar. 100 Probanden (97.1%) konnten hier die volle Punktzahl erzielen. Bei den 3 Personen (2.7%), die 60 Punkte erreicht haben, führte immer ein Punktabzug bei dem Rollenverständnis zum Ergebnis.

Dann erfolgt die Bewertung der Helferwechsel. Hier die Anordnung zum Helferwechsel, sowie der Zeitpunkt betrachtet. Für die korrekte Ausführung konnten jeweils 2 Punkte erlangt werden. Das macht bei 4 Helferwechseln im Szenario eine Gesamtpunktzahl von 16 Zählern. Die erzielten Werte reichen von 3 bis 16 Punkten. Der Mittelwert ist bei 15.09 und der Median bei 16 Punkten. Die größte Gruppe (63.1%) konnte die volle Punktzahl erreichen. Aus dem Boxplot ergibt sich, dass es einige statistische Ausreißer gegeben hat. Eine Gruppe konnte 12 Punkte erreichen, was unterhalb des unteren Whiskers liegt, der eine Reichweite bis 13.5 hat. Es handelt sich um einen milden Ausreißer. Es gibt noch einen extremen Ausreißer, verursacht durch drei Probanden, die drei Punkte erzielten.

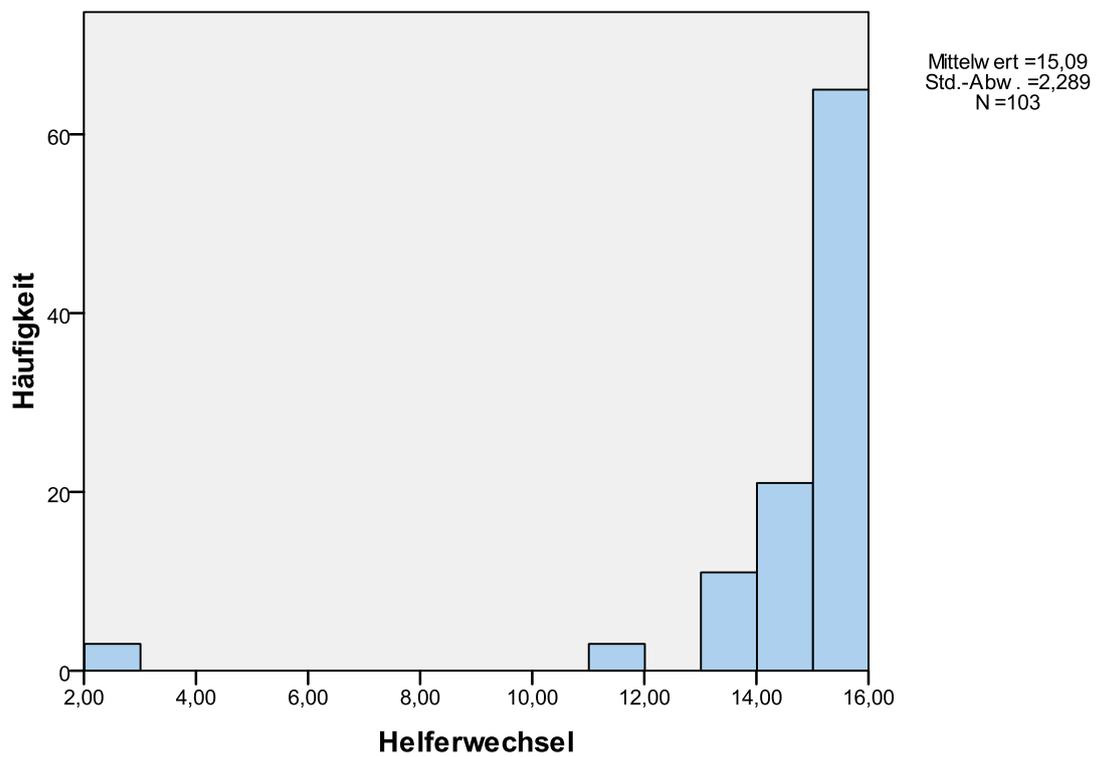


Abbildung 12: Helferwechsel der Studenten (Histogramm)

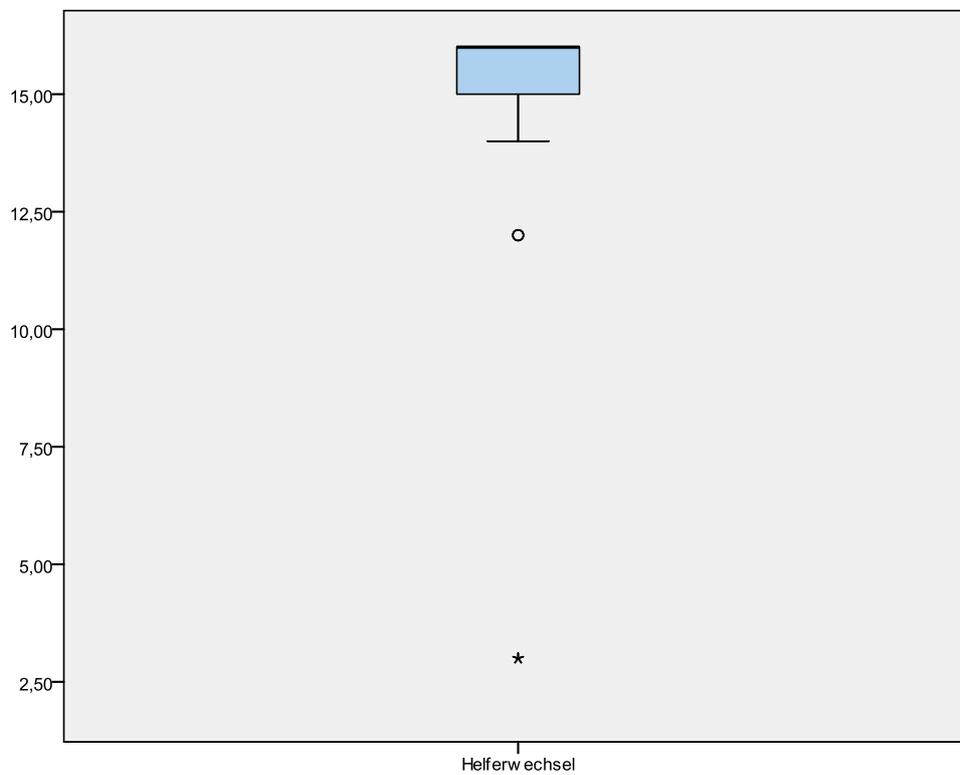


Abbildung 13: Helferwechsel der Studenten (Boxplot)

Für die Atemwegssicherung sind maximal 30 Punkte zu erreichen. Jeweils 10 Punkte, für den schnellen Sauerstoffanschluss an den Beatmungsbeutel, den Versuch der Atemwegssicherung und dafür die Unterbrechung der Herzdruckmassage auf unter 30 Sekunden zu halten. Mit 72.8% konnte die deutliche Mehrzahl der Prüflinge die volle Punktzahl erreichen. Meist kam es zu Punktabzügen, im Rahmen der Bewertung der Zeit bis zum Sauerstoffanschluss (13.6% mit 0 Punkten für dieses Item) bzw. wenn die Intubation nicht erfolgreich war (2.9% mit 0 und 13.6% mit nur 5 Punkten). In der Regel wurde die Herzdruckmassage jedoch nicht länger als 30 Sekunden unterbrochen. Nur eine Gruppe (3 Personen = 2.9%) verzögerte im Rahmen des Airwaymanagements die Basismaßnahmen.

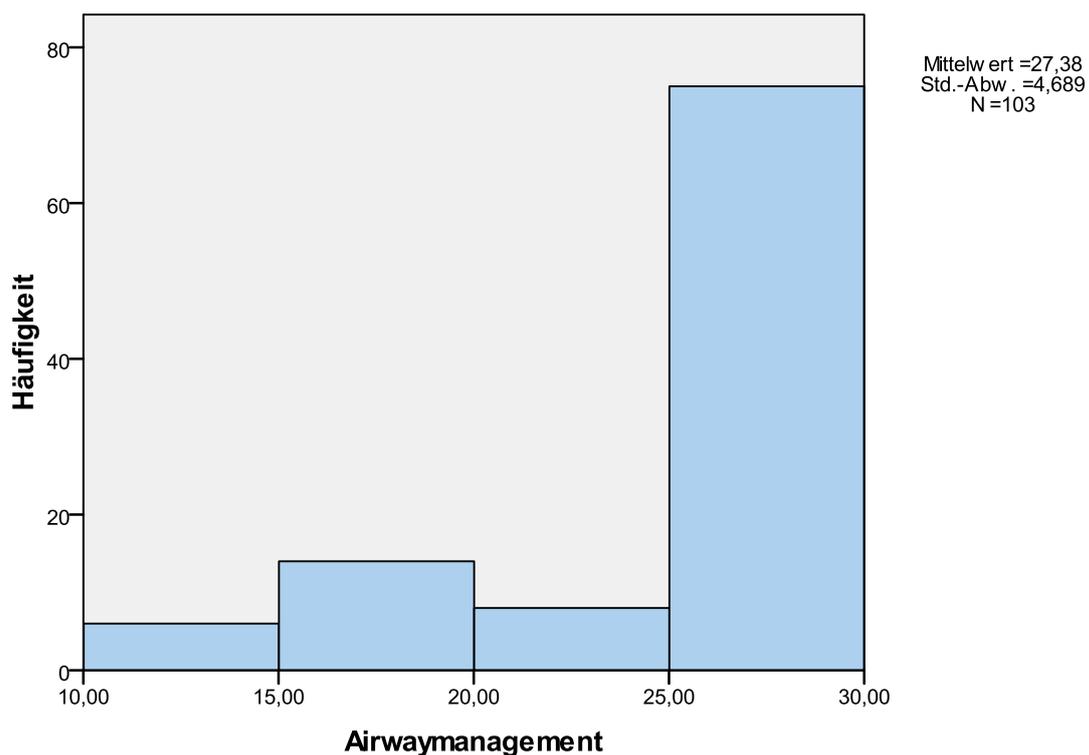


Abbildung 14: Atemwegsmanagement der Studenten (Histogramm)

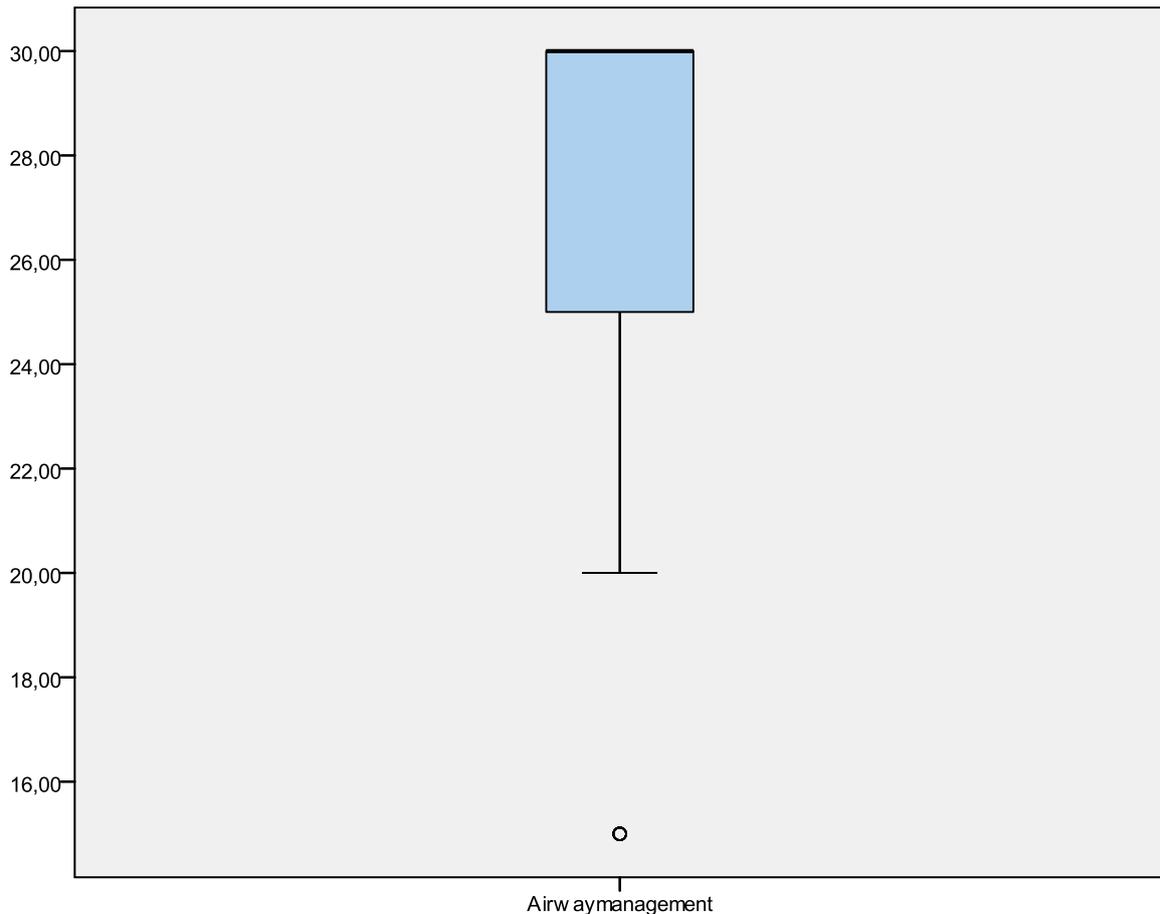


Abbildung 15: Atemwegsmanagement der Studenten (Boxplot)

Der folgende Abschnitt erfasst die Differentialdiagnosen. Es sollten die 6 H's (Hypoxie, Hypovolämie, Hyperkaliämie,, Hypokaliämie, Hypothermie, Herzbeuteltamponade) und die ITS (Intoxikation, Infarkt, Trauma, Thromboembolie, Spannungspneumothorax, Säure-Basen-Störung) besprochen werden. Dafür gab es jeweils maximal 10 Punkte und somit 20 Punkte insgesamt. Die erreichten Punktwerte reichen von 0 bis 20. Die Mehrzahl (67%) konnte die volle Punktzahl erreichen. Aber eine große Gruppe (17.5%) hat die Differentialdiagnosen nicht diskutiert und somit 0 Punkte erhalten. Die restlichen 15.5% haben einen Teil der möglichen reversiblen Ursachen diskutiert.

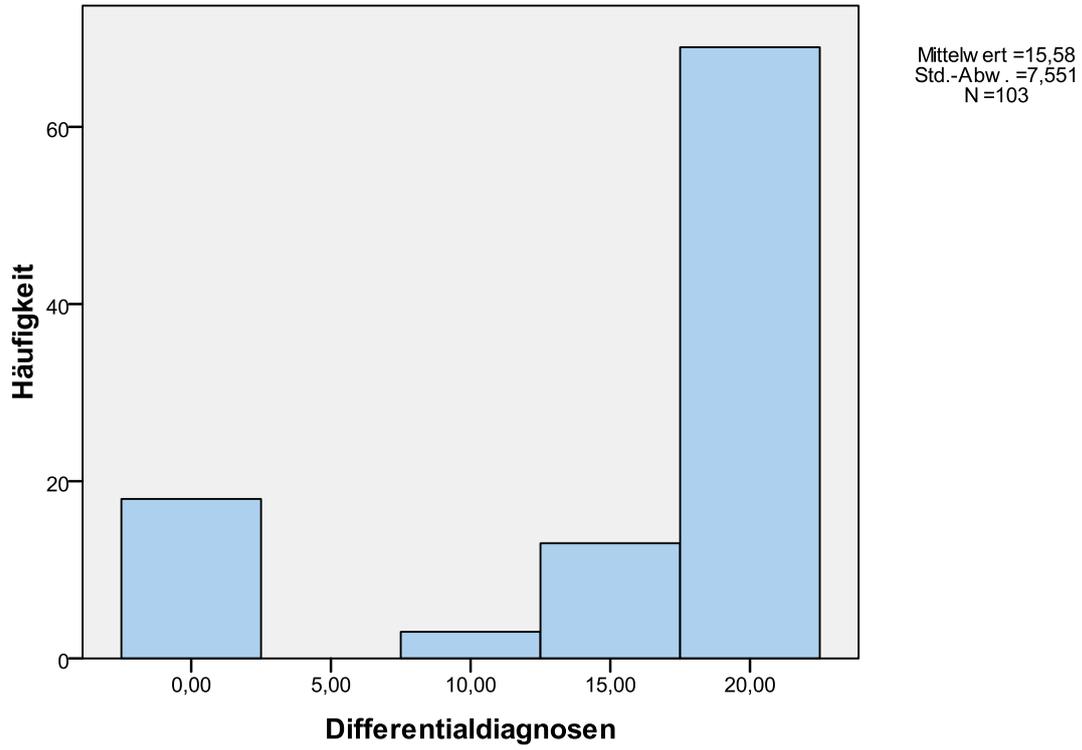


Abbildung 16: Differentialdiagnosen der Studenten (Histogramm)

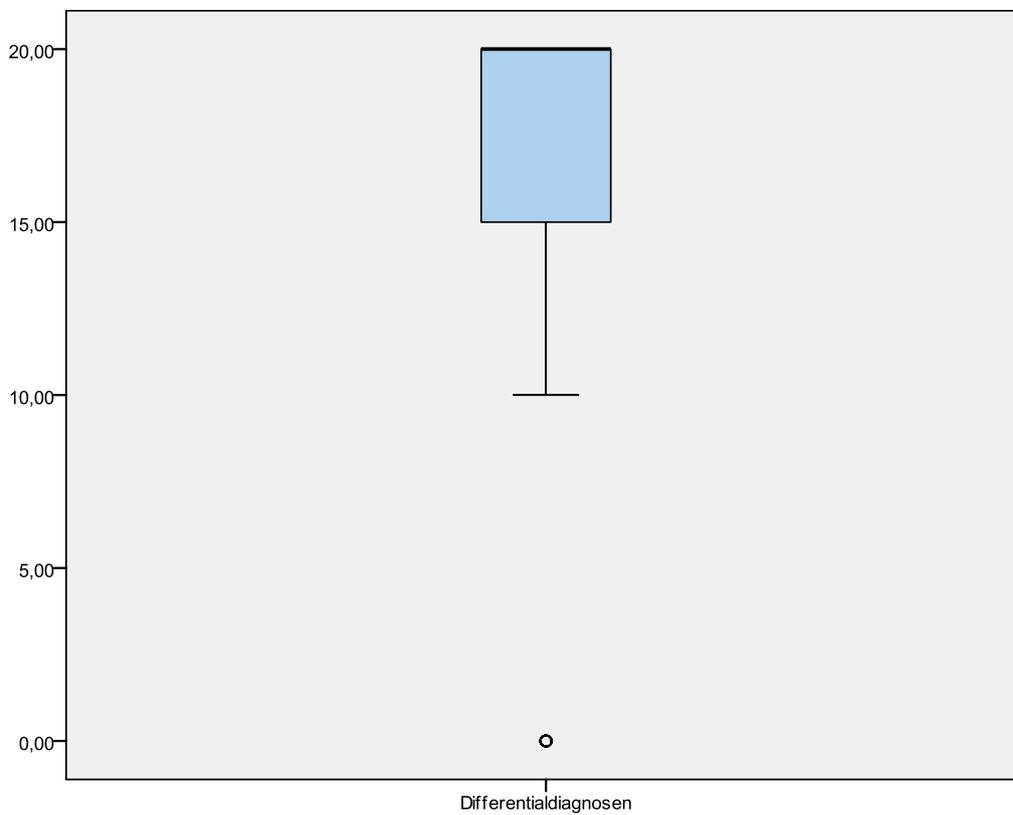


Abbildung 17: Differentialdiagnosen der Studenten (Boxplot)

Anschließend erfolgt die Benotung des Rollenverständnisses. Die Probanden sollten vor der Prüfung ihre Rollen definieren. Einer ist Teamleiter und die anderen beiden sind Helfer. Wenn das Team gut funktioniert, sind maximal 30 Punkte erreichbar, also pro Person jeweils maximal 10 Punkte. Es wurden 15 bis 30 Punkte erzielt, wobei der Schwerpunkt mit 76.7% bei 30 Punkten liegt. Die Hauptursache für Punktabzug ist in der Position des Teamleiters zu finden.

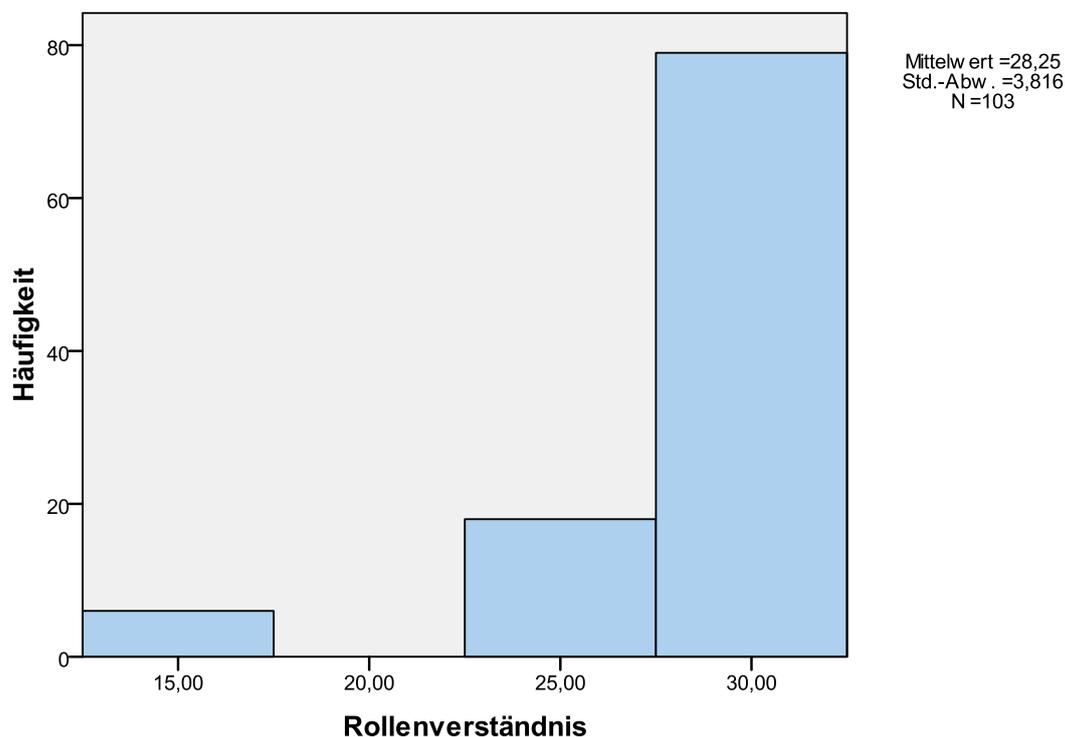


Abbildung 18: Rollenverständnis der Studenten (Boxplot)

Im nächsten Block erfolgt die Bewertung von EKG-Anlage und dem Monitoring, der Defibrillation (Zeitpunkt, Dauer, Energiewahl und Sicherheit) und der Herzdruckmassage. Maximal konnten bei 27 Items mit je 2 Punkten, 54 Punkte in diesem Abschnitt erzielt werden. Die vergebenen Punkte rangieren von 50 bis 54, wobei die größte Gruppe (57.3%) mit 54 Punkten das Maximum erreichte. Der Mittelwert liegt bei 53.05 Punkten. Da die erreichten Punktwerte alle relativ konzentriert (Standardabweichung 1.37) liegen, hat es keine statistischen Ausreißer gegeben. Der häufigste Grund für Punktabzüge war die Defibrillatorsicherheit. Bei zwei Gruppen erfolgte keine abschließende Pulskontrolle

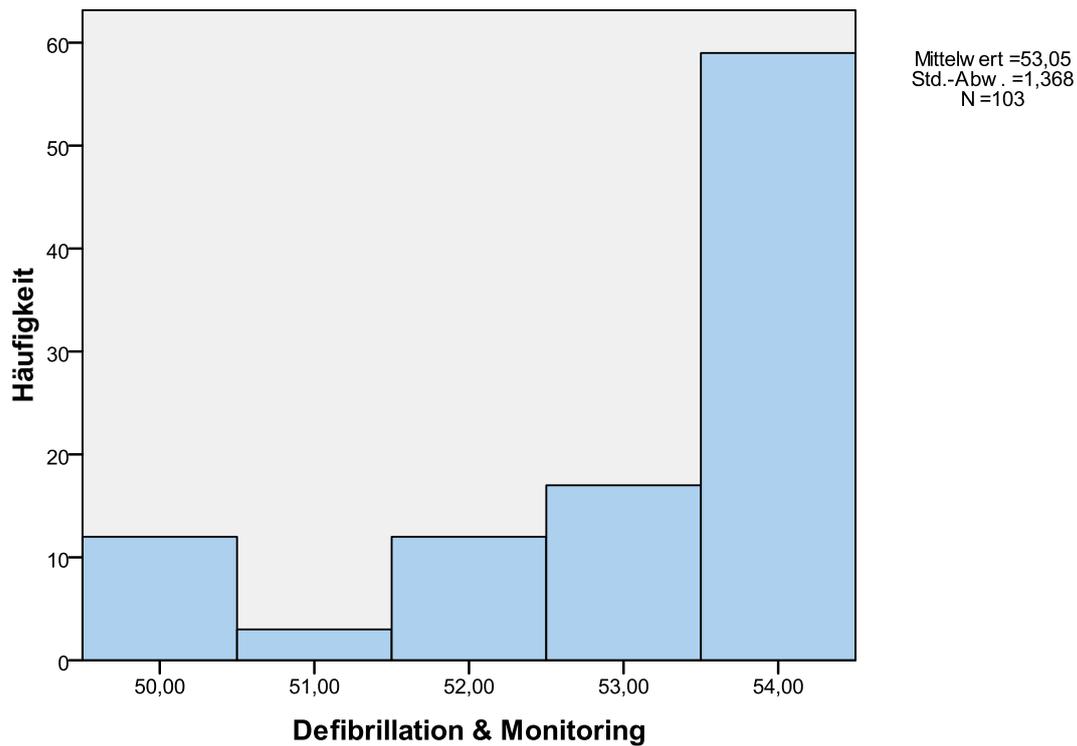


Abbildung 19: Defibrillation und Monitoring durch die Studenten (Histogramm)

Im nächsten Block werden das Legen eines intravenösen Zugangs und die Medikamentenapplikation bewertet. Betrachtet wird hier der Zeitpunkt der Anlage eines intravenösen Zugangs und die Gabe von je einer Dosis Adrenalin und Amiodaron. Bei den Medikamenten werden folgende Teilaspekte benotet: Anordnung, Vorbereitung, Nachbereitung, Ausführung und Zeitpunkt. Jedes Item wird mit maximal 2 Punkten bewertet und so ergeben sich bei 10 Items insgesamt maximal 20 Punkte. Die Probanden konnten Punkte im Bereich von 8 bis 20 Zähler erreichen. Die meisten Ergebnisse liegen im oberen Spektrum. Der Mittelwert liegt bei 18.68 und der Median bei 20. Die größte Gruppe (54.4%) konnte die volle Punktzahl erzielen. Die Hauptgründe für Abzüge in der Bewertung, waren in der Nachbereitung der Medikamentenapplikation und der Bestätigung der Ausführung zu finden. Im Rahmen der Nachbereitung konnten große Gruppen nur eine Teil der möglichen Punkte erreichen (Adrenalingabe: 27.2%, Amiodarongabe: 19.4%). In 5.9% (6 Probanden = 2 Gruppen) der Fälle wurde bei der Adrenalingabe gar keine Nachbearbeitung durchgeführt. Auch die Bestätigung der Ausführung ist in einigen Fällen (Adrenalingabe: 10.7%; Amiodarongabe: 10.7%) unterblieben. Es hat einige

Ausreißer nach unten gegeben. Eine Gruppe (3 Probanden = 2.9%) hat mit 14 erreichten Punkten einen milden Ausreißer produziert. Dazu kommt eine weitere Gruppe (3 Probanden = 2.9%) die mit nur 8 Punkten einen extremen Ausreißer verursacht hat.

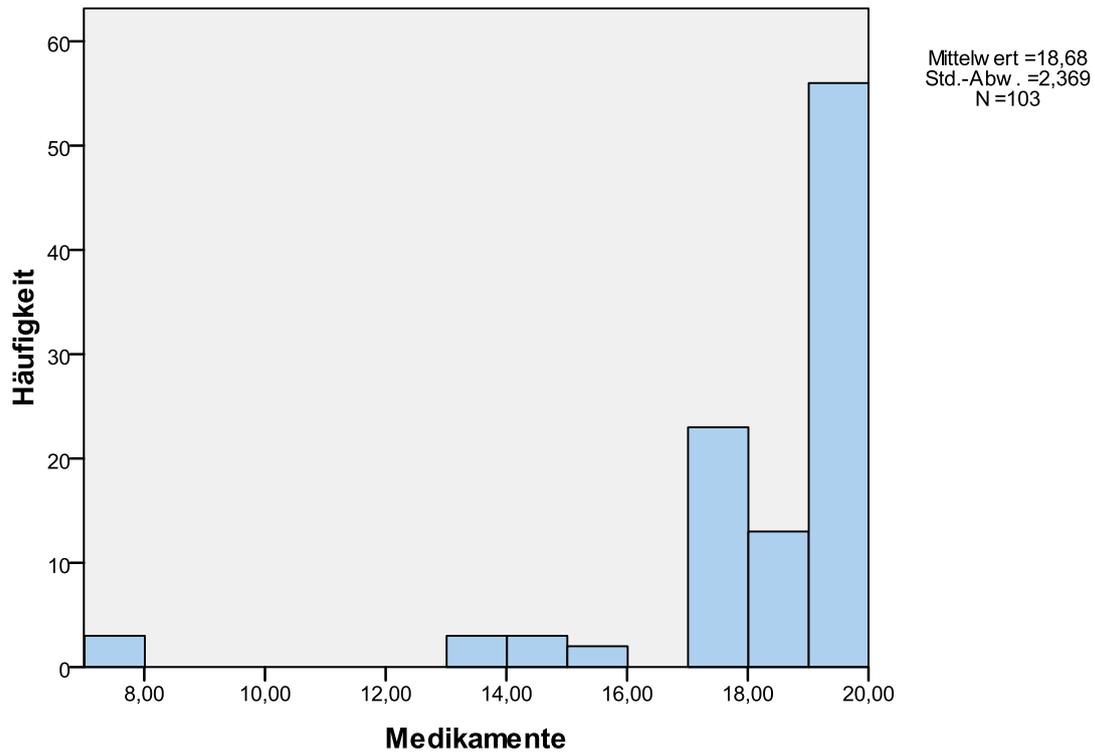


Abbildung 20: Medikamentengabe durch die Studenten (Histogramm)

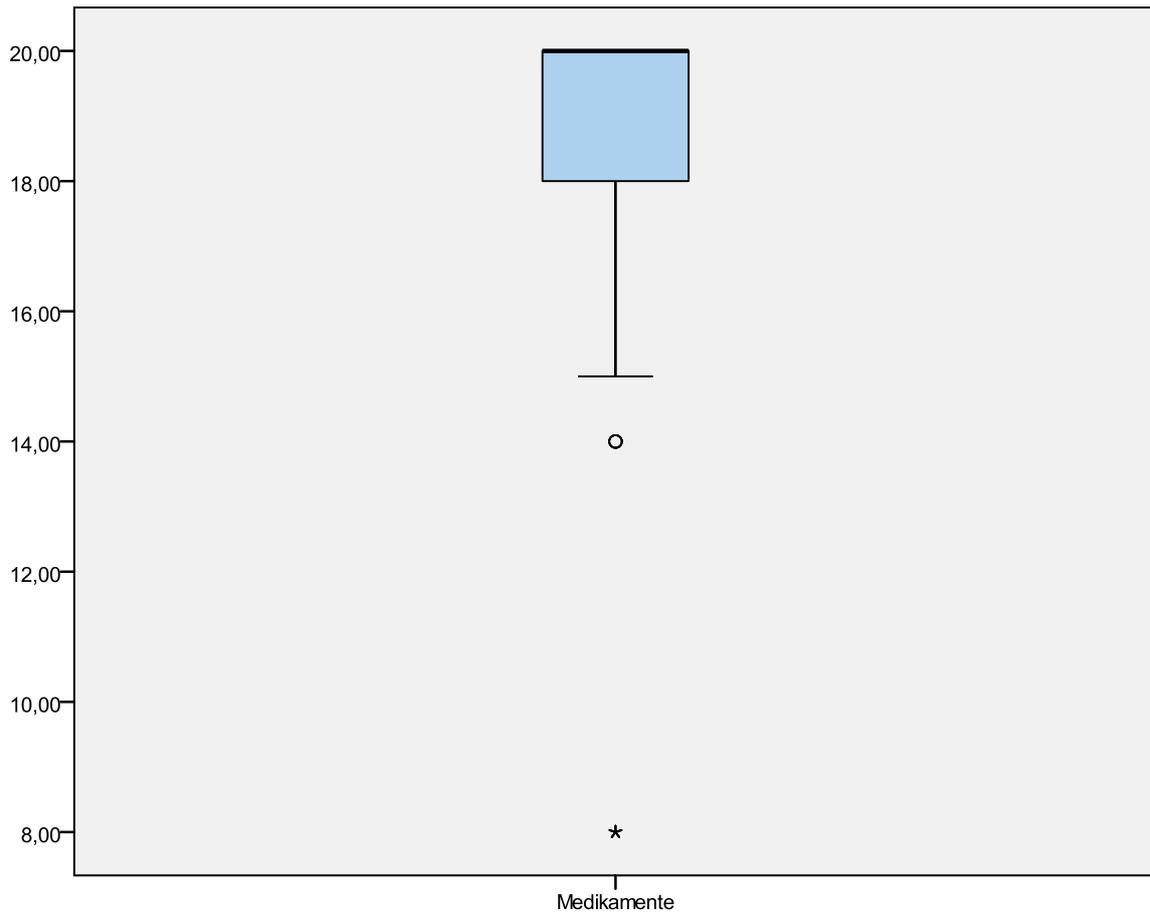


Abbildung 21: Medikamentengabe durch die Studenten (Boxplot)

### 5.1.3. Gesamtergebnis

Zur endgültigen Betrachtung wurden die Punktzahlen des Basic Live Support und des Advanced Life Support zu einer Gesamtpunktzahl zusammengefasst. Mit einem maximalen Wert aus dem BLS – Teil von 60 und aus dem ALS – Teil von 240 Punkten ergibt sich als maximal möglicher Wert 300 Punkte. Die Studenten konnten insgesamt 231 bis 300 Punkte erzielen.

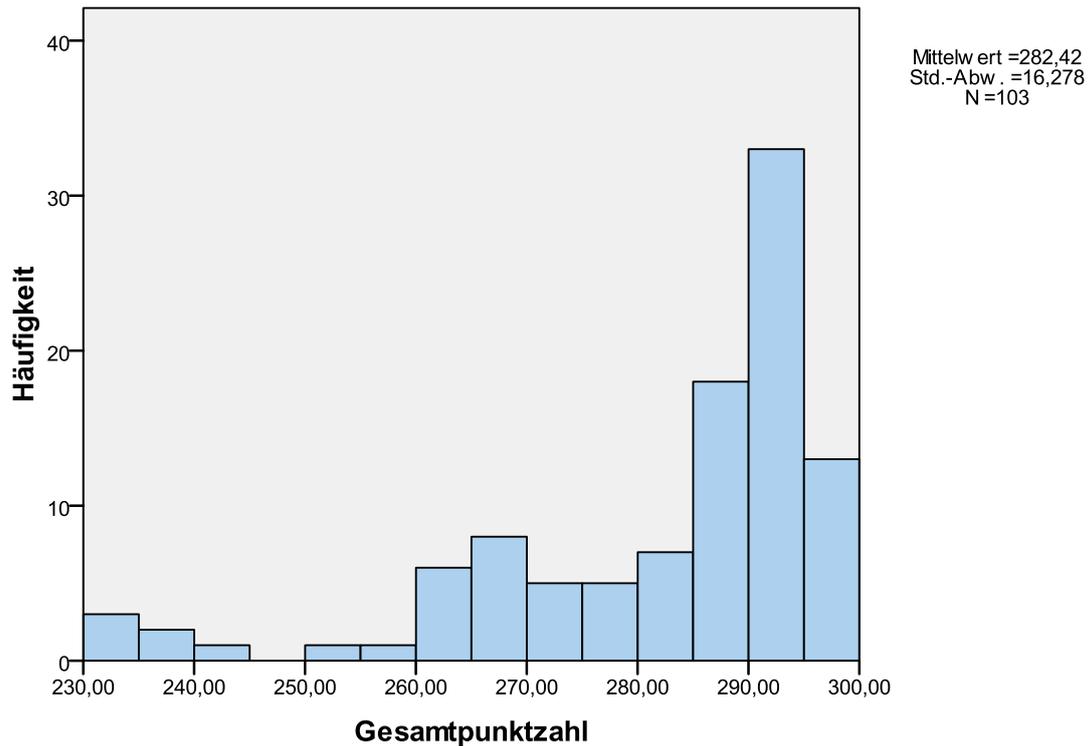


Abbildung 22: Gesamtpunktzahl der Studenten (Histogramm)

Da das Minimum bei 231 und das Maximum bei 300 Punkten liegt, ergibt sich eine Spannweite von 69 Punkten. Die Mehrzahl der Probanden erreichte Punkte im oberen Spektrum. 62.1% der Werte liegen über 285 Punkte, also über 95% der erreichbaren Punktzahl. Der Mittelwert ist bei 282.42 Zählern, bei einer Standardabweichung von 16.28 (Varianz 264.97). Damit liegt dieser im 95% Konfidenzintervall, das von 279.24 bis 285.6 reicht. Der Median hat einen Wert von 288 Punkten. Der Modalwert liegt bei 292 Punkten, einem Wert, der von 10 Probanden erreicht wurde und somit die am häufigste erreichte Punktzahl ist. Im Histogramm zeigt sich eine linksschiefe Verteilung, deren Wert der Schiefe bei -1.59 liegt. Der Wert der Kurtosis ist 2.16, demnach liegt der Exzess bei -0.84. Die Verteilung ist somit subgaußförmig (platykurtische Verteilung).

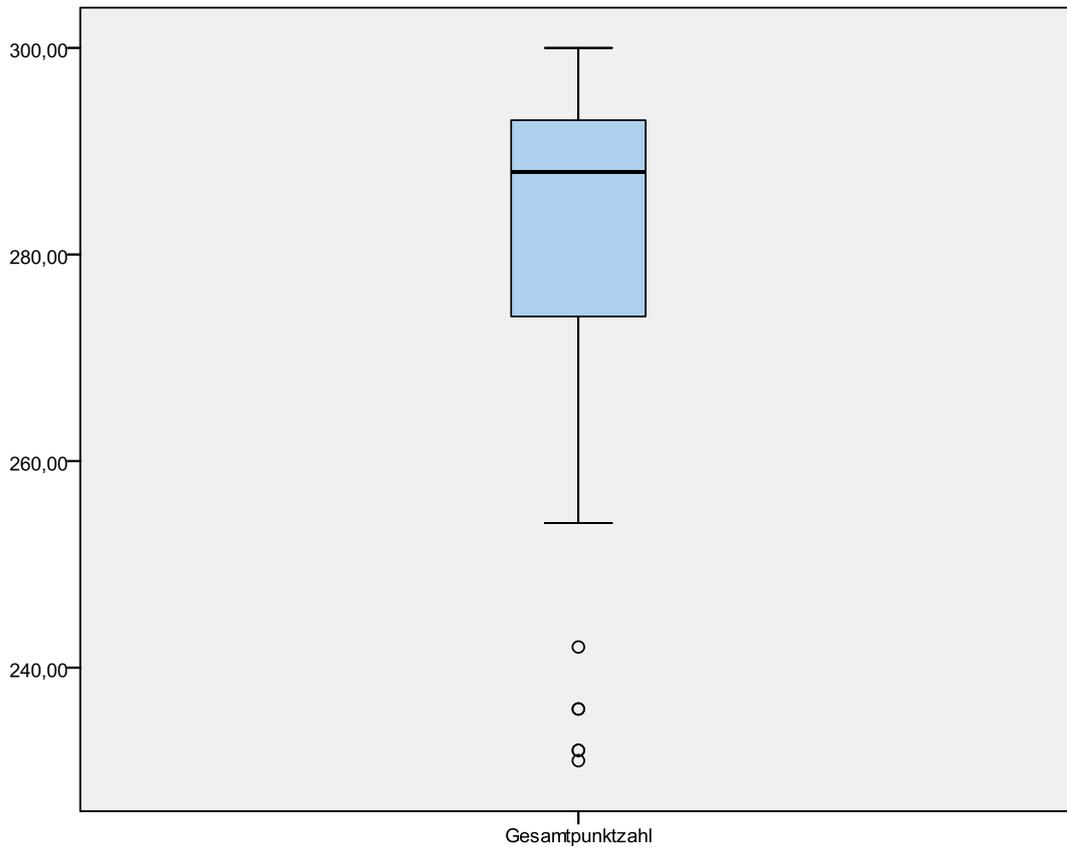


Abbildung 23: Gesamtpunktzahl der Studenten (Boxplot)

Das erste Quartil liegt bei 273 und das dritte Quartil bei 293 Punkten. Somit beträgt der Interquartilsabstand 20 Zähler. Die Whisker umfassen einen Bereich von 30 Zählern und reichen somit oben an 300 und unten an 243. Da einige Ergebnisse darunter liegen, hat es auch hier Ausreißer gegeben. Darunter fallen insgesamt 6 Datensätze.

## 5.2. Ärztliche Vergleichsgruppe

Das ärztliche Vergleichskollektiv setzt sich aus zwei Teilpopulationen zusammen. Es wurden 8 Assistenzärzte mit Erfahrungen in der Notfallmedizin (Gruppe 1) und 15 ohne diese Expertise (Gruppe 2) geprüft. Die Ergebnisse dieser beiden Gruppen werden zunächst getrennt analysiert, da es zum Teil deutliche Unterschiede gibt. Anschließend erfolgt dann noch eine Auswertung der gesamten ärztlichen Gruppe.

### 5.2.1. Ärztliche Vergleichsgruppe 1

#### 5.2.1.1. Basic Life Support

Alle 8 Probanden haben den BLS – Teil absolviert und alle Datensätze sind gültig. Es waren maximal 60 Punkte zu erreichen. Die erzielten Punktzahlen liegen zwischen 34 und 60 Punkten.

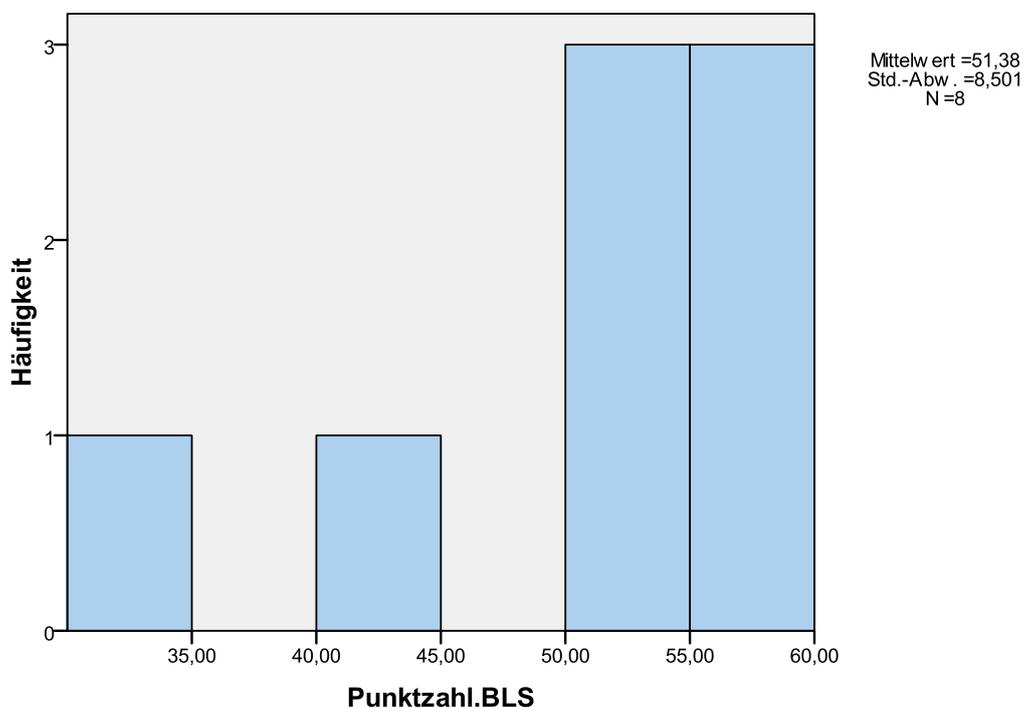


Abbildung 24: BLS- Punktzahl der Vergleichsgruppe 1 (Histogramm)

Die erzielten Punktwerte reichen von 34 bis 60 Punkten, somit ergibt sich eine Spannweite von 26 Punkten. Der Mittelwert der BLS-Punktzahl liegt bei 51.38 Punkten, bei einer Standardabweichung von 8.50 (Varianz 72.27). Damit liegt dieser im 95% Konfidenzintervall, das sich von 44.27 nach 58.48 erstreckt. Der Median liegt bei 53.50 und der Modalwert wird in jeder erzielten Punktzahl repräsentiert, da alle erzielten Werte jeweils nur von einem Probanden erreicht wurden. Die statistische Verteilung zeigt in der Häufigkeitsverteilung eine linksschiefe Kurve, die Schiefe liegt bei -1.42. Die Kurtosis liegt bei 1.80, somit ergibt sich ein Exzess von -1.20. Die Verteilung ist somit flacher als die Normalverteilung, also subgaußförmig (platykurtische Verteilung).

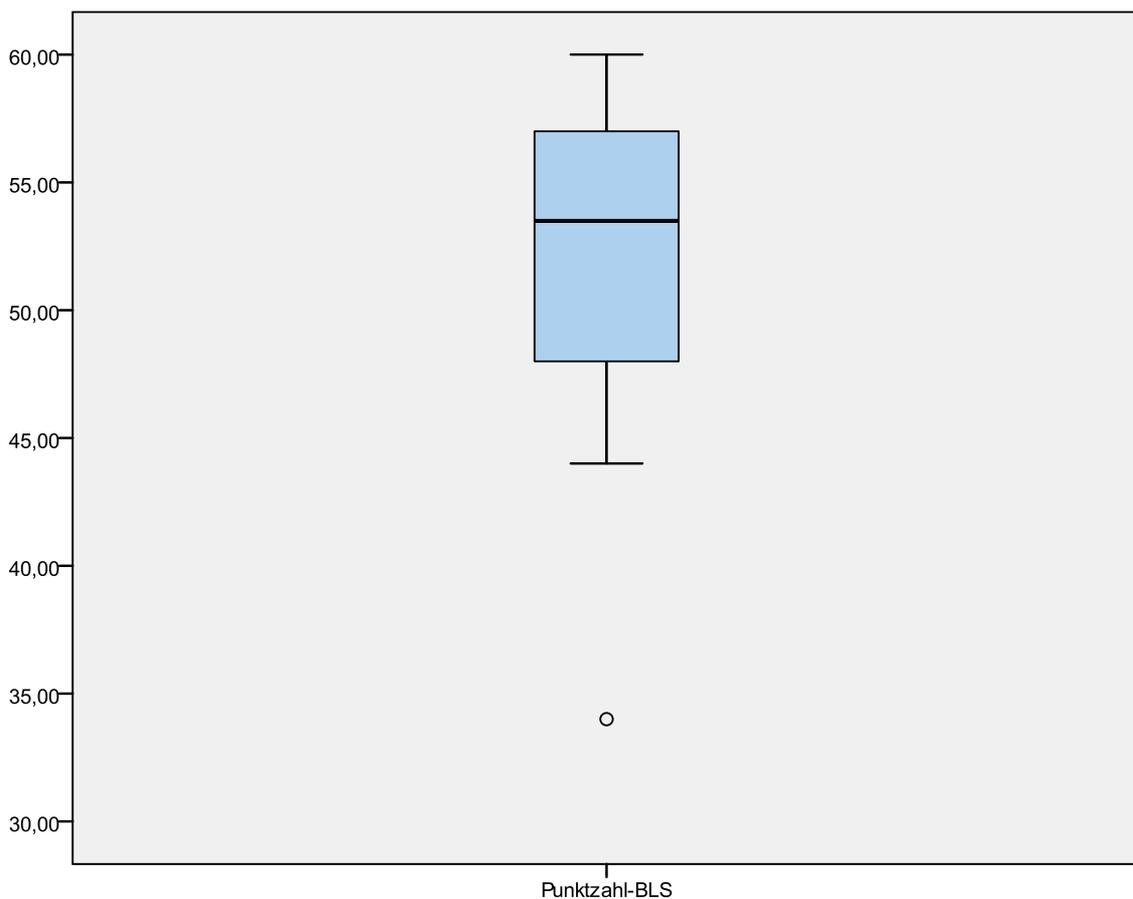


Abbildung 25: BLS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 1 (Boxplot)

Das 25. Quantil liegt bei 46, das 50. Quantil bei 53.5 und das 75. Quantil bei 57.5 Punkten. Der Interquartilsabstand liegt damit im Boxplot bei 11,5. Die Whiskers reichen unten an 44 Punkte und oben mit 60 Punkten ans Maximum. Aus dem Boxplot ergibt sich, dass es mit 34 Punkten einen Ausreißer nach unten gegeben hat.

Bei der Betrachtung der Einzelergebnisse, aus denen sich die BLS Punktzahl addiert fällt auf, dass wenn es Punktabzüge gegeben hat, diese in der Regel bei der Herzdruckmassage zu finden sind. Dort war es vor allem das Item für die Druckfrequenz. Ansonsten sind weitere Abzüge individuell verschieden verteilt.

#### 5.2.1.2. Advanced Life Support

Beim Advanced Life Support konnten die 8 Probanden mit 3 Teamleistungen bewertet werden. Es konnten maximal 240 Punkte erreicht werden. Die erzielten Punkte reichen von 198 bis 238 Zählern. Der folgenden Tabelle ist die Häufigkeitsverteilung der Punkte zu entnehmen. Auf eine graphische Ausarbeitung wurde verzichtet, da aufgrund des geringen Stichprobenumfangs kein Informationsgewinn aus den Grafiken erfolgt.

**Punkte – ALS**

Punkte	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
198,00	6	75,0	75,0	75,0
238,00	2	25,0	25,0	100,0
Gesamt	8	100,0	100,0	

Tabelle 2: Punkte für ALS der Vergleichsgruppe 1

Bei der Aufschlüsselung der Teilpunktzahlen sind die Testpersonen in ihre Prüfungsgruppen zusammengefasst. Gruppe A hat eine ALS Punktzahl von insgesamt 198 Punkten, Gruppe B ebenfalls eine von 198 Punkten und Gruppe C eine Punktzahl von 238 Zählern erreicht. Es konnten jeweils maximal 70 Basispunkte, 16 Punkte für die Helferwechsel, 30 Punkte für die Sicherung des Atemwegs, 20 Punkte für die Differentialdiagnostik, 30 Punkte für das Rollenverständnis, 54 Punkte für das EKG und die Defibrillation, sowie 20 Punkte für

den intravenösen Zugang und Medikamentenapplikation erzielt werden. Es zeigt sich, dass die Gruppen untereinander relativ ähnliche Leistungen erbracht haben. Dennoch musste Gruppe A Punktabzüge bei der Medikamentenapplikation und bei den Helferwechseln hinnehmen. Zudem hat diese Gruppe keine Diskussion über die möglichen Differentialdiagnosen geführt. Diese Abzüge gab es so deutlich bei Gruppe B nicht, aber diese hatte dafür in nahezu allen Teilbereichen nicht die Punktzahlen der Gruppe C erreichen können. Jene Gruppe zeigte in allen Aspekten eine konstante Leistung mit vollständiger Erfüllung nahezu aller Items.

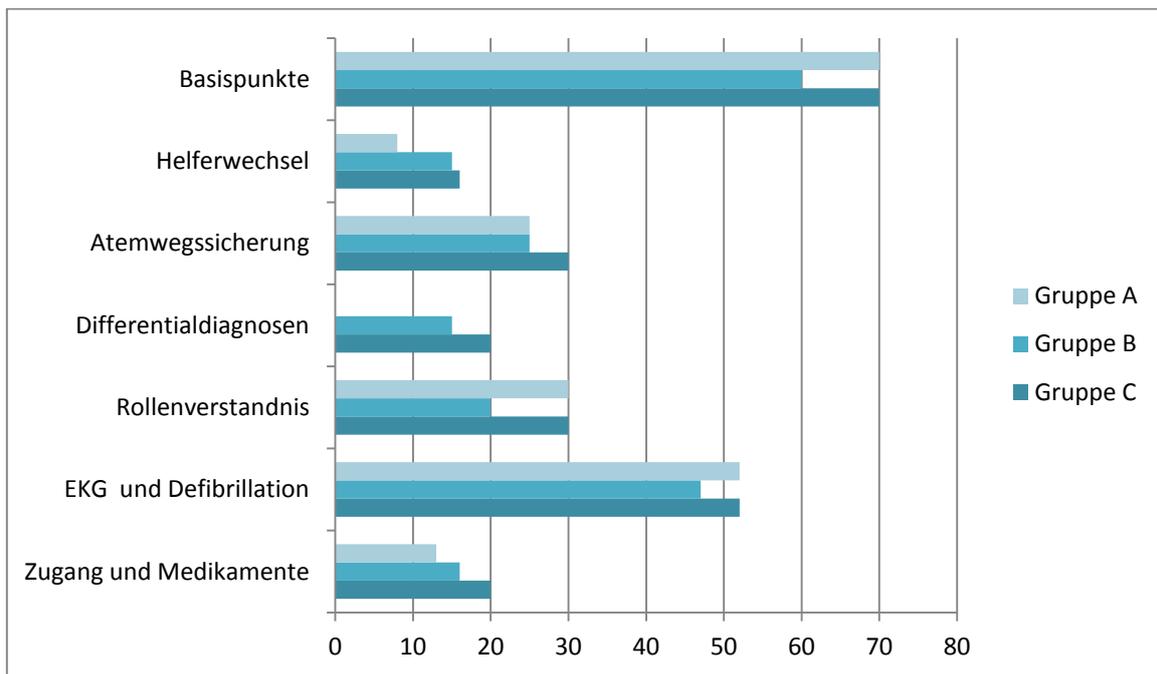


Abbildung 26: Punkteverteilung der Prüfungsteams aus der Vergleichsgruppe 1 [max. mögliche Punkte: Basispunkte = 70, Helferwechsel = 16, Atemwegssicherung = 30, Differentialdiagnosen = 20, Rollenverständnis = 30, EKG & Defibrillation = 54, Zugang & Medikamente=20]

### 5.2.1.3. Gesamtergebnis

Nach Bildung der Gesamtpunktzahl aus BLS und ALS ergibt sich wieder ein differenzierteres Bild. Es waren maximal 300 Punkte erreichbar. Die erzielten Punkte reichen von 232 bis 294.

**Gesamtpunktzahl**

Punkte	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
232,00	1	12,5	12,5	12,5
242,00	1	12,5	12,5	25,0
250,00	1	12,5	12,5	37,5
251,00	1	12,5	12,5	50,0
256,00	1	12,5	12,5	62,5
258,00	1	12,5	12,5	75,0
292,00	1	12,5	12,5	87,5
294,00	1	12,5	12,5	100,0
Gesamt	8	100,0	100,0	

Tabelle 3: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 1

Mit einem Minimum bei 232 und dem Maximum bei 294 umfasst die Spannweite 62 Punkte. Die beiden Spitzenwerte, die über 290 Punkte liegen, entstammen der Gruppe 3. Dies ist durch die deutlich höhere Punktzahl im ALS-Teil zu erklären. Der Mittelwert liegt bei 256.13 bei einer Standardabweichung von 22.32 (Varianz 497.98). Der Median liegt bei 253.50 und somit im 95% Konfidenzintervall, dass von 240.72 bis 278.03 Punkten reicht. Der Modalwert ist in allen erzielten Punktwerten repräsentiert, da jeder Wert jeweils nur einmal erreicht wurde. Die Schiefe der Verteilung liegt bei einem Wert von 0.84 und diese ist somit rechtsschief. Die Kurtosis liegt bei -0.43, woraus sich ein Exzess von -3.43 ergibt. Die Verteilung ist somit subgaußförmig.

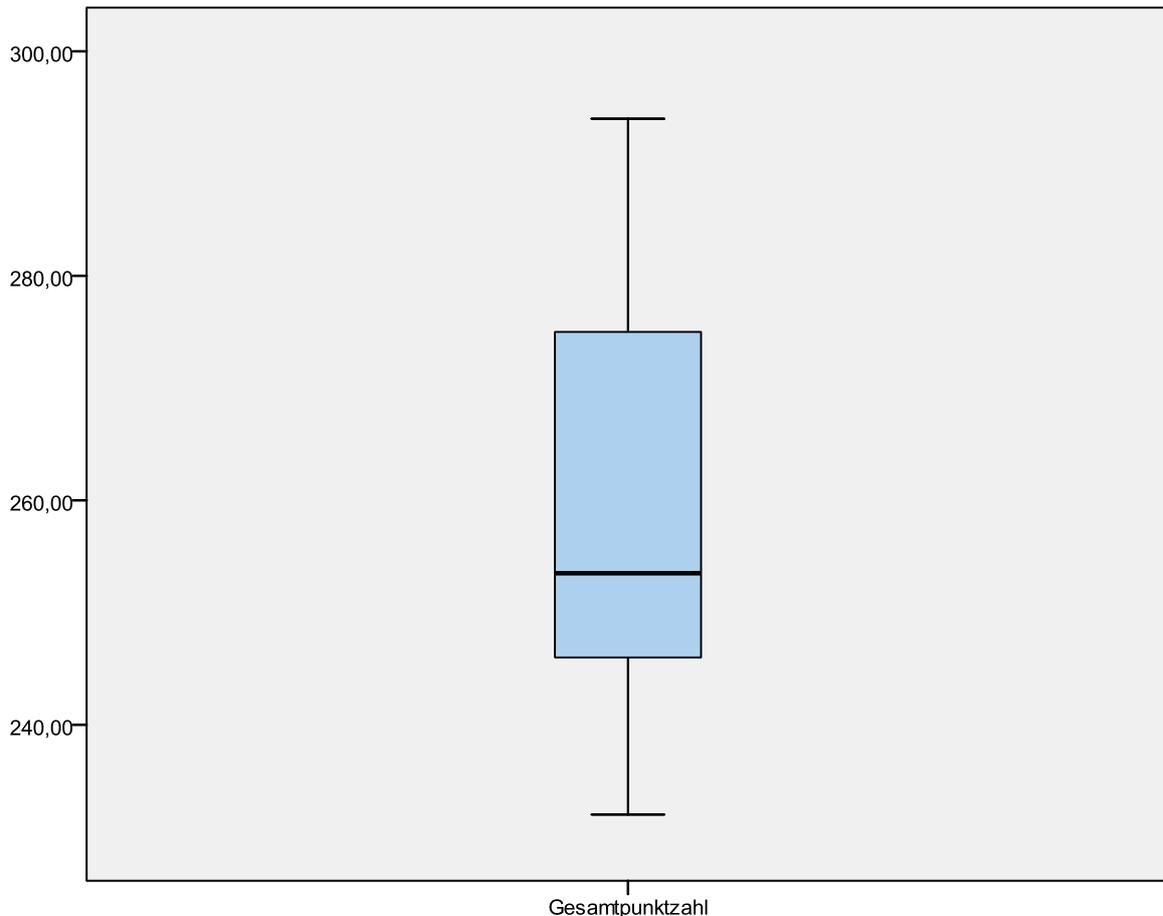


Abbildung 27: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 1 (Boxplot)

Das erste Quartil liegt bei 244.0 und das dritte Quartil liegt bei 283.5. Daraus ergibt sich ein Interquartilsbereich von 39.5 Punkten. Die Whisker reichen oben und unten jeweils an das Maximum und Minimum. Aus dem Boxplot ergibt sich weiterhin, dass es keine statistischen Ausreißer gegeben hat.

## 5.2.2. Ärztliche Vergleichsgruppe 2

### 5.2.2.1. Basic Life Support

Alle 15 Probanden haben den BLS – Teil absolviert und hier sind alle Datensätze gültig. Es waren maximal 60 Punkte erreichbar. Die erzielten Punktzahlen liegen zwischen 19 und 56 Punkten.

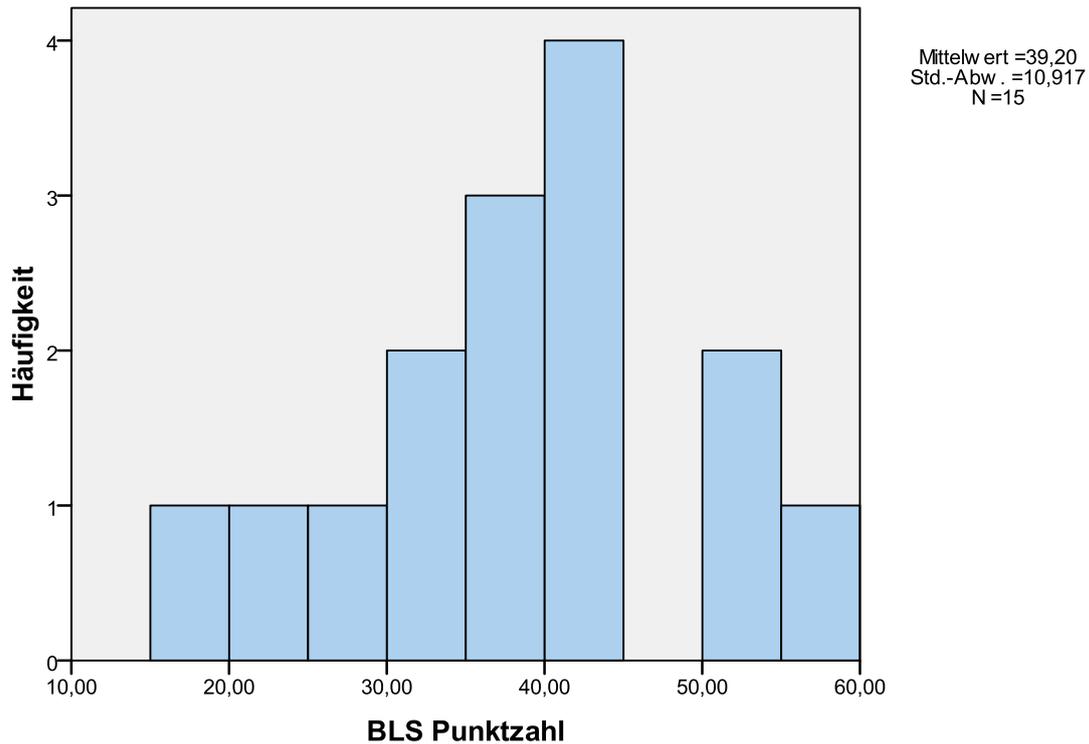


Abbildung 28: BLS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Histogramm)

Mit dem Maximum bei 56 und dem Minimum bei 19 Punkten ergibt sich eine Spannweite von 37 Punkten. Der Mittelwert der BLS-Gesamtpunktzahl liegt bei 39.20 Punkten, bei einer Standardabweichung von 10.92 (Varianz 119,17). Somit befindet sich dieser im 95% Konfidenzintervall, das von 33.15 bis 45.25 reicht. Der Median liegt bei 40.0 Punkten. Der Modalwert findet sich in den Punktwerten 43, 45 und 53, die jeweils von zwei Probanden dieser Gruppe erreicht wurden. Die statistische Verteilung der Werte zeigt in der Häufigkeitsverteilung eine linksschiefe Kurve, bei einer errechneten Schiefe von -0.27. Aus der Kurtosis von -0.60 ergibt sich ein Exzess von -3.60. Somit ist die Verteilung der Werte subgaußförmig, also flacher als die Normalverteilung.

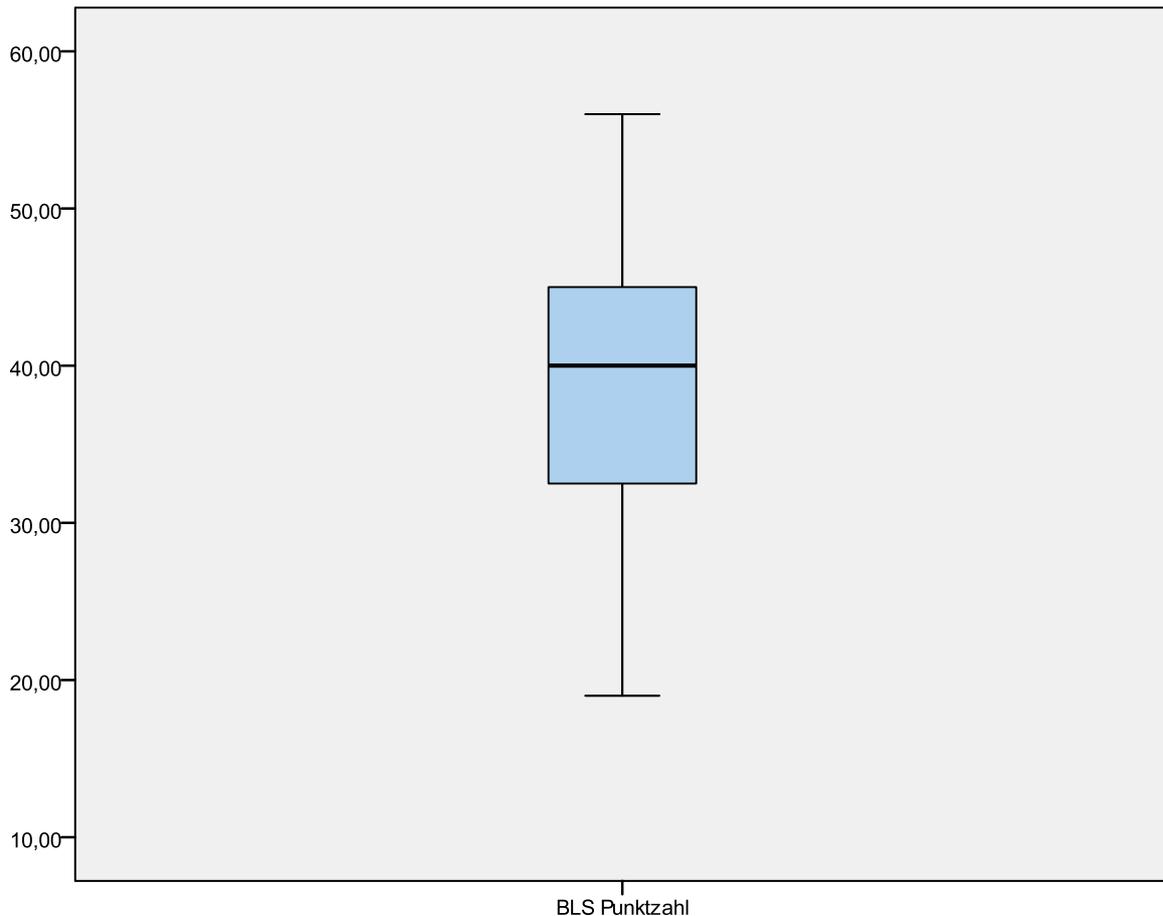


Abbildung 29: BLS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Boxplot)

Aus dem 25. Quantil bei 32, dem 50. Quantil bei 40 und dem 75. Quantil bei 45 Punkten ergibt sich ein Interquartilsabstand von 13 im Boxplot. Die Whiskers reichen an das Minimum und das Maximum. Statistische Ausreißer sind nicht zu verzeichnen.

In der Einzelbetrachtung der Itempunktzahlen, aus denen sich das BLS-Ergebnis addiert, fallen mehrere Gründe für die Punktabzüge ins Auge. Hauptfehlerquelle war bei dieser Gruppe der Diagnostikblock. Hier liegt der Mittelwert der erreichten Punktzahlen bei 14,67 und es waren 24 Punkte zu erreichen. Die Feststellung, dass ein Herz-Kreislauf-Stillstand vorliegt, wurde in vielen Fällen nicht mit der vollen Punktzahl bewertet. Ein Drittel der Probanden konnten Punkte für das Freimachen der Atemwege erzielen und von diesen 5 erhielten 2 die volle Punktzahl. Bei der Herzdruckmassage wurden im Mittel 13,87 Punkte von maximal 20 erreicht. In diesem Bereich kam es über alle Gegenstandspunkte verteilt zu Abzügen. Ein

Proband bekam lediglich 4 Punkte für die vollständigen Entlastungen. Bei der Beutel-Maske-Beatmung konnte eine Testperson alle Punkte erreichen. In der Regel erhielten die Getesteten 50% der Maximalpunktzahl, einer ging leer aus. Das Kompressions-Ventilations-Verhältnis konnte bei 60% der Probanden mit voller Punktzahl bewertet werden, auch hier konnte eine Testperson keine Punkte erzielen.

#### 5.2.2.2. Advanced Life Support

Beim Advanced Life Support ist ein Datensatz der Vergleichsgruppe 2 unvollständig und wird somit nicht gewertet. Letztendlich gehen 14 Datensätze in die Auswertung ein. Somit wurden 5 Gruppenleistungen erfasst. Es konnten maximal 240 Punkte erreicht werden. Die erzielten Punkte reichen von 92 bis 162 Zählern. Der folgenden Tabelle ist die Häufigkeitsverteilung der Punkte zu entnehmen. Auf eine graphische Ausarbeitung wurde hier ebenfalls verzichtet, da aufgrund des geringen Stichprobenumfangs kein Informationsgewinn aus den Grafiken erfolgt.

**ALS-Punktzahl**

Punkte	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
92	3	21,4	21,4	21,4
115	2	14,3	14,3	35,7
128	3	21,4	21,4	57,1
135	3	21,4	21,4	78,6
162	3	21,4	21,4	100,0
Gesamt	14	100,0	100,0	

Tabelle 4: ALS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 2

Die Analyse der Teilpunktzahl erfolgt in diesem Abschnitt der Übersichtlichkeit halber in den Prüfungsteams. Die Reihenfolge der Gruppen entspricht der Sortierung in der Datenanalysesoftware. Im Advanced Life Support konnte Gruppe A 135, Gruppe B 128, Gruppe C 92, Gruppe D 162 und Gruppe E 115 Punkte erreichen. Es konnten jeweils maximal 70 Basispunkte, 16 Punkte für die Helferwechsel, 30 Punkte für die Sicherung des Atemwegs, 20 Punkte für die Differentialdiagnostik, 30 Punkte für das

Rollenverständnis, 54 Punkte für das EKG und die Defibrillation, sowie 20 Punkte für den intravenösen Zugang und Medikamentenapplikation erzielt werden.

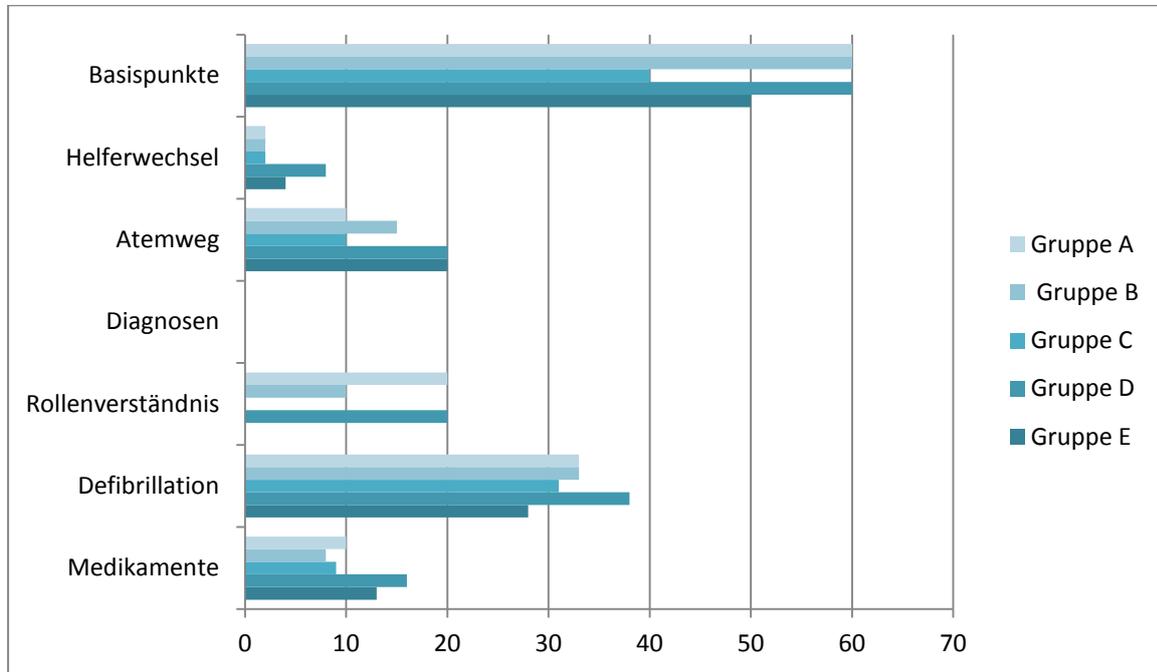


Abbildung 30: Punkteverteilung der Prüfungsteams aus der Vergleichsgruppe 2 [max. mögliche Punkte: Basispunkte = 70, Helferwechsel = 16, Atemwegssicherung = 30, Differentialdiagnosen = 20, Rollenverständnis = 30, EKG & Defibrillation = 54, Zugang & Medikamente=20]

Keine der Gruppen, der zweiten ärztlichen Vergleichspopulation erreichte die maximal mögliche Punktzahl. Bei der Diskussion der möglichen Differentialdiagnosen gingen alle Teams dieser Gruppe leer aus. Auch bei dem Anschluss des Beatmungsbeutels an die Sauerstoffflasche konnten an die gesamte Vergleichsgruppe keine Punkte vergeben werden. Bei den Helferwechseln kam es zu deutlichen Abschlägen in der Bewertung. Hier konnte eines der Teams lediglich 50% der möglichen Punkte (16 Punkte) erzielen, eines erreichte 25% und alle anderen 12.5%. Werden die Items zur Bewertung der Kommunikation aus den Bereichen Defibrillation und Medikamentenapplikation gesondert betrachtet, wird deutlich dass einige Teams umfangreiche Punktabzüge aufgrund der Gruppendynamik hinnehmen mussten. Aus den beiden genannten Bereichen wurden hierzu 8 Items analysiert, bei denen maximal 16 Punkte zu erreichen waren. Eine Prüfungsgruppe konnte die Maximalpunktzahl hierbei erreichen, eine weitere erreichte mit 10 Punkten noch 62.5%. Die anderen Teams liegen mit 7 Punkten (43.75%) für eines und 4 Punkten

(25%) für zwei, deutlich dahinter. Bei der Bewertung der Koordinierung des Zeitpunktes der Defibrillationen sind die Ergebnisse der Teams deutlich unter der maximal erreichbaren Punktzahl. Von 8 möglichen Punkten erreichte ein Team 5 (62.5%), ein weiteres 4 (50%) und die drei übrigen Teams jeweils 2 Punkte (25%). Im Mittel sind dies also 2.93 von 8 Punkten. Noch deutlicher sind die Punktabzüge bei der Bewertung der Sicherheit bei der Defibrillation. Im Schnitt erreichte diese Vergleichsgruppe 2.25 von 8 möglichen Punkten. Bei der Dosierung des Adrenalins konnten alle Teams volle Punktzahl erreichen. Aber nur zwei der fünf Prüfungsgruppen haben auch bei der Bewertung des Applikationszeitpunkts die maximale Bewertung erhalten. Die restlichen Teams haben nur 50% der Punkte erzielen können. Bei der Dosierung des Amiodaron haben drei Teams die volle Punktzahl bekommen. Eine Gruppe dieses Vergleichskollektivs erzielte die Hälfte der Punkte und eine weitere keine. In der Nachbereitung sowohl bei der Adrenalingabe, als auch bei der Applikation des Amiodaron haben alle Teams dieser ärztlichen Vergleichsgruppe keine Punkte erzielt. Zwei der Prüfungsgruppen gingen bei der Bewertung der Anlage eines intravenösen Zugangs leer aus.

#### 5.2.2.3. Gesamtergebnis

Zur endgültigen Betrachtung wurden die Punktzahlen des Basic Live Support und des Advanced Life Support zu einer Gesamtpunktzahl zusammengefasst. Mit einem maximalen Wert aus dem BLS-Teil von 60 und aus dem ALS-Teil von 240 Punkten ergibt sich als maximal möglicher Wert 300 Punkte. Die Ärzte der Vergleichsgruppe 2 konnten 116 bis 218 Punkte erreichen.

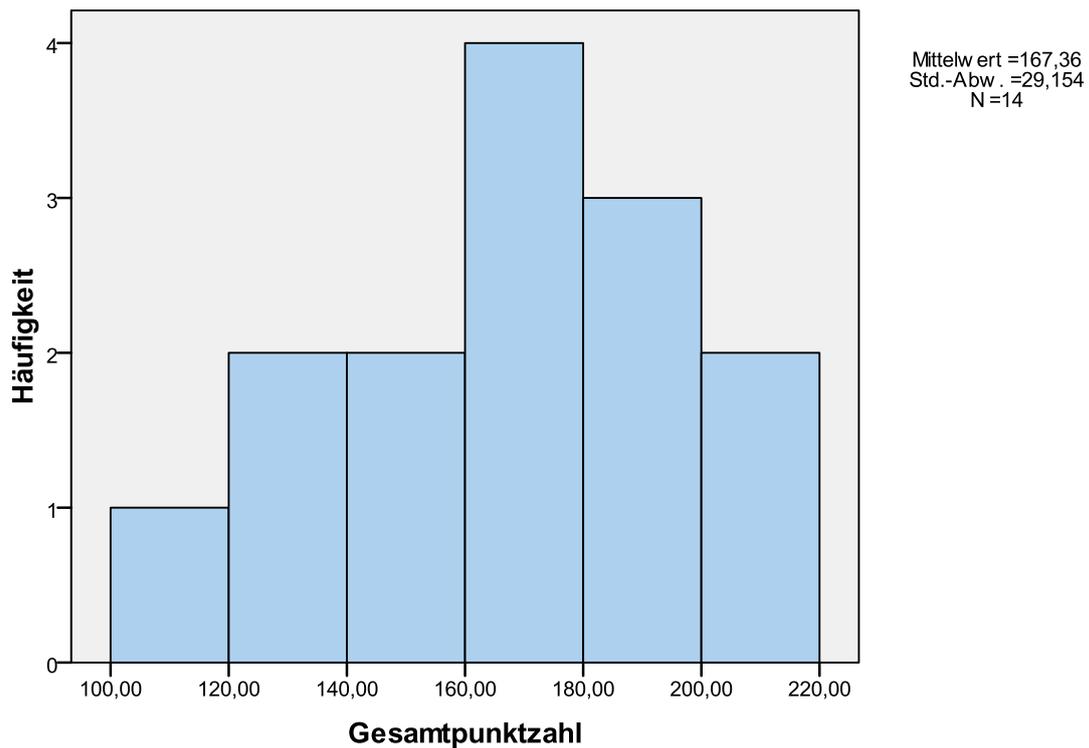


Abbildung 31: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Histogramm)

Da das Minimum bei 116 und das Maximum bei 218 Punkten liegt, ergibt sich eine Spannweite von 102 Punkten. Der Mittelwert ist bei 167,36 Zählern, bei einer Standardabweichung von 29.15 (Varianz 849.49). Damit liegt dieser im 95% Konfidenzintervall, das von 150.52 bis 184.19 reicht. Der Median hat einen Wert von 169.5 Punkten. Es gibt zwei Modalwerte, da jeweils 2 Probanden 178 beziehungsweise 181 Punkte erreichen konnten, welche die größten Punktegruppen darstellen. Im Histogramm zeigt sich eine leicht rechtsschiefe Verteilung, deren Wert der Schiefe bei 0.08 liegt. Der Wert der Kurtosis ist -0.13, demnach liegt der Exzess bei -3.13. Die Verteilung ist somit subgaußförmig (platykurtische Verteilung).

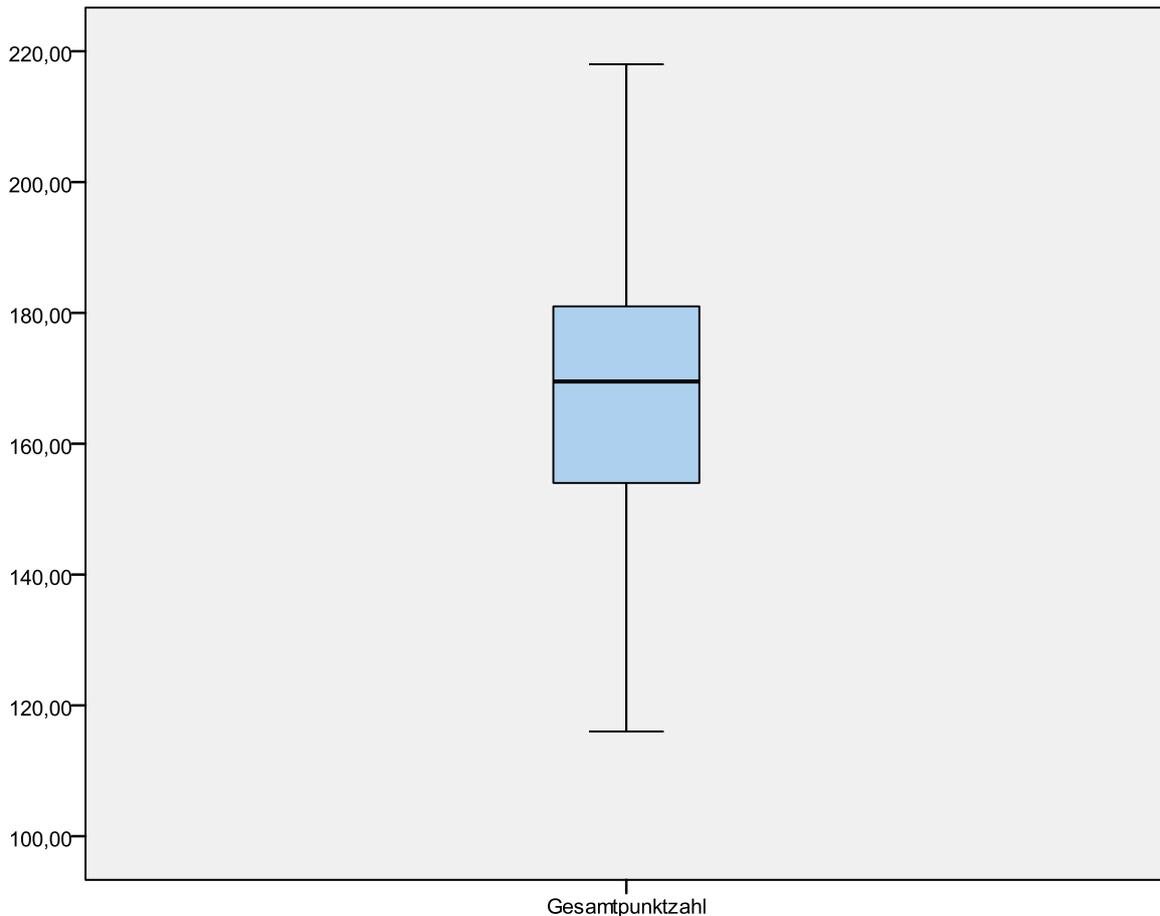


Abbildung 32: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Boxplot)

Das erste Quartil liegt bei 149.75 und das dritte Quartil bei 181 Punkten. Somit beträgt der Interquartilsabstand 31.25 Zähler. Die Whisker umfassen einen Bereich von 47,63 Zählern und reichen somit oben an 228,63 und unten an 118.5. Aus dem Boxplot ergibt sich, dass es keine Ausreißer gegeben hat.

### 5.2.3. Gesamtergebnis der Ärzte

Zur Betrachtung der gesamten Vergleichsgruppe werden folgend noch die Daten der beiden ärztlichen Gruppen zusammengefasst. Somit werden hier 23 Datensätze zusammengefasst, von denen jedoch einer unvollständig ist und daher bei den ALS- und Gesamtergebnissen keine Berücksichtigung mehr findet.

An der BLS-Station konnten die Ärzte Punkte im Bereich von 19 bis 60 Zählern erreichen, bei maximal möglichen 60 Punkten.

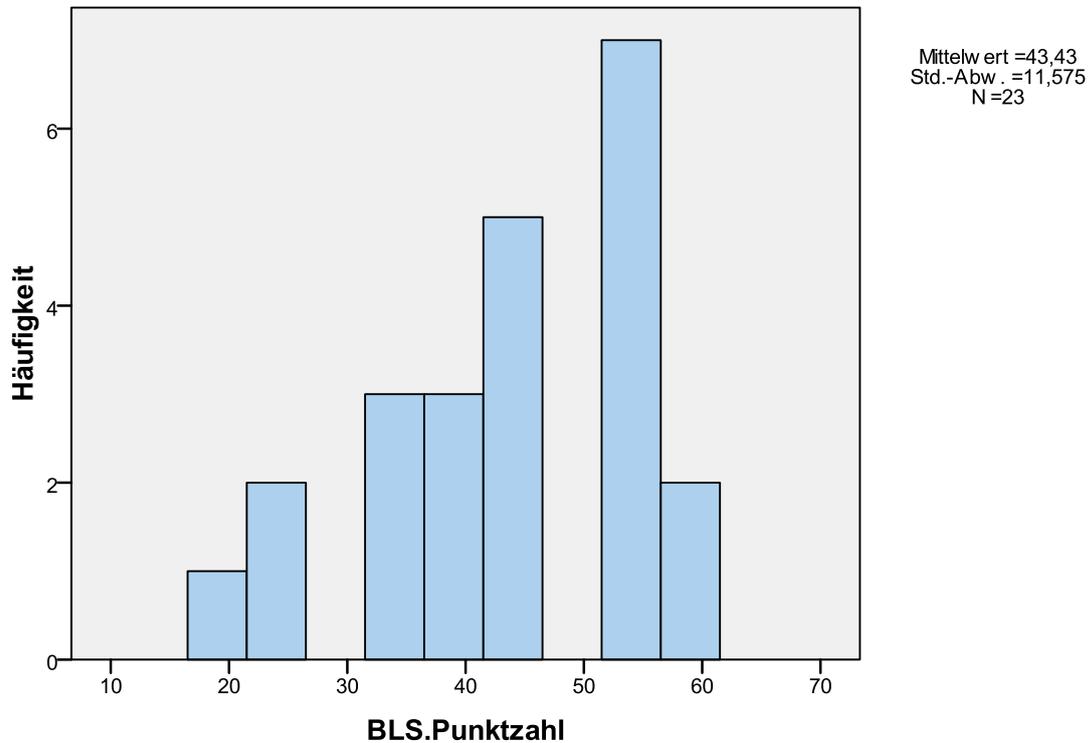


Abbildung 33: Gesamtpunktzahl aller Ärzte im Überblick (Histogramm)

Die Spannweite von 41 Punkten ergibt sich aus Minimum (19 Punkte) und Maximum (60 Punkte). Der Mittelwert liegt bei 43.43, mit einer Standardabweichung von 11.58 (Varianz 133.98). Somit befindet dieser sich im 95% Konfidenzintervall, das von 38.43 bis 48.44 Punkten reicht. Der Median liegt bei 44 Punkten. Der Modalwert liegt bei 53 Punkten, die von 13% der Probanden (n=3). In der statistischen Häufigkeitsverteilung zeigt sich eine linksschiefe Kurve, mit einer errechneten Schiefe bei -0.48. Aus der Kurtosis von -0.65 ergibt sich ein Exzess von -3,65. Folglich ist die Verteilung subgaußförmig.

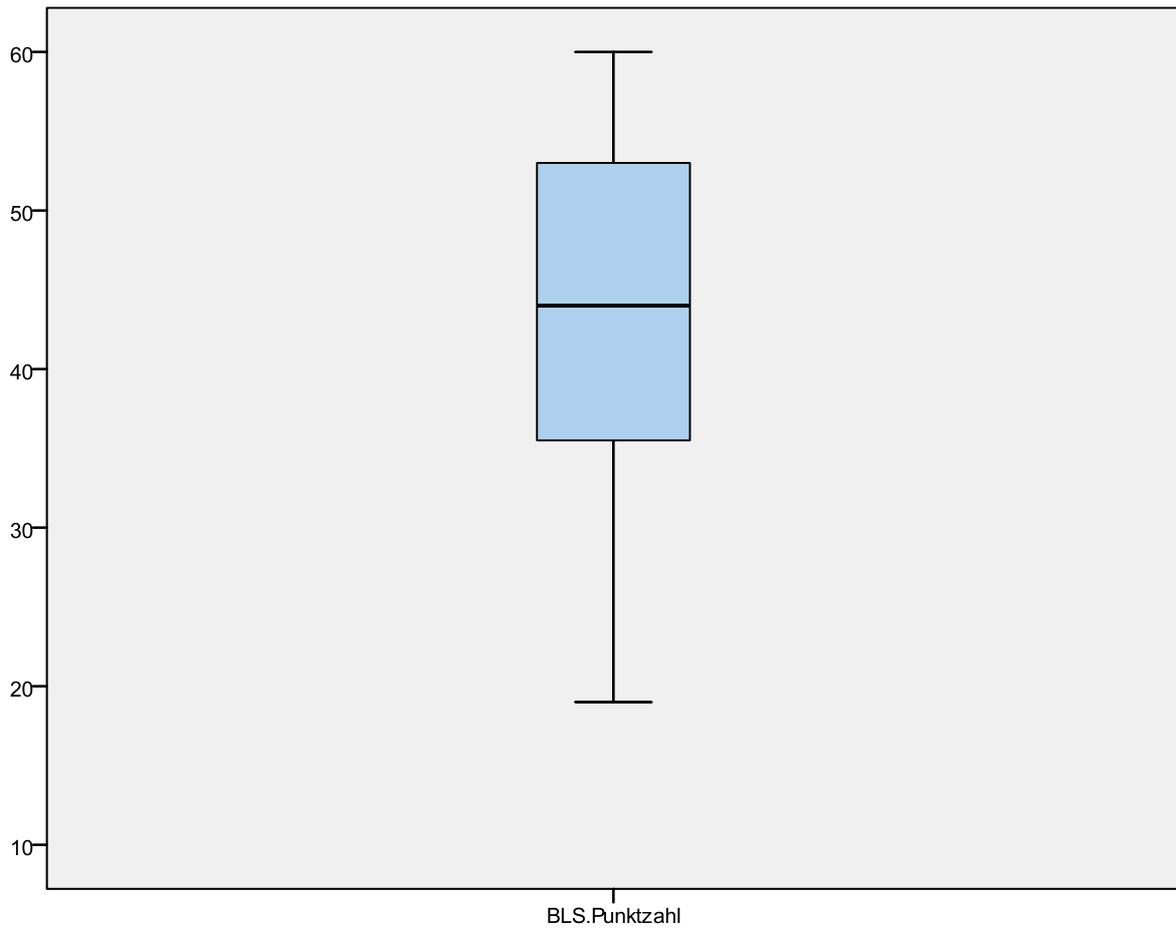


Abbildung 34: Gesamtpunktzahl aller Ärzte im Überblick (Boxplot)

Das 25. Quantil liegt bei 34, das 50. Quantil bei 44 und das 75. Quantil bei 53 Punkten. Der Interquartilsabstand liegt damit im Boxplot bei 19. Die Whiskers reichen unten an 19 Punkte und oben mit 60 Punkten ans Maximum. Aus dem Boxplot ergibt sich, dass es keinen Ausreißer gegeben hat.

### 5.3. Vergleich der Studiengruppen

Die guten Ergebnisse der Studiengruppe wurden im Rahmen dieser Studie erwartet, da im Rahmen der Pilot-OSCE mit einem analogen Bewertungsbogen, basierend auf den Leitlinien von 2005, analoge Resultate erzielt wurden. Im Vergleich mit den ärztlichen Gruppen sollte nun zum einen eine Evaluation der Lehrmethode erfolgen und zum anderen die Überprüfung der Objektivität der Testmethode einschließlich des Bewertungsbogens. Die Ärzte der Vergleichsgruppe<sup>1</sup> wurden als ärztliche Referenz gewählt, da ihre professionelle Nähe zur kardiopulmonalen Reanimation und notfallmedizinische Erfahrung gute Ergebnisse erwarten ließ. Die Assistenzärzte der Vergleichsgruppe 2 ohne spezielle notfallmedizinische Expertise und ohne Kenntnis des Erwartungshorizontes dieser Prüfung, haben die Funktion den Bewertungsbogen in der Erfassung dieses Aspektes zu testen. Wichtig ist hier besonders, dass ein Leistungsunterschied messbar gemacht wurde.

Im Vergleich der Studiengruppen wird die Trennung der Betrachtung von Basic-Life-Support- und Advanced-Life-Support-Ergebnissen aus genannten Gründen aufrecht gehalten. Die ärztliche Kontrollgruppe wird in ihre Subpopulationen getrennt betrachtet, da einerseits die Ergebnisse unterschiedlich sind und andererseits sich spätere Fragestellungen sinnvoller mit dieser Aufteilung erörtern.

Dem Vergleich der BLS-Ergebnisse liegen 126 gültige Datensätze zu Grunde. Auf die Studenten kommen 103, die erste ärztliche Vergleichsgruppe 8 und die zweite ärztliche Vergleichsgruppe 15 Fälle.

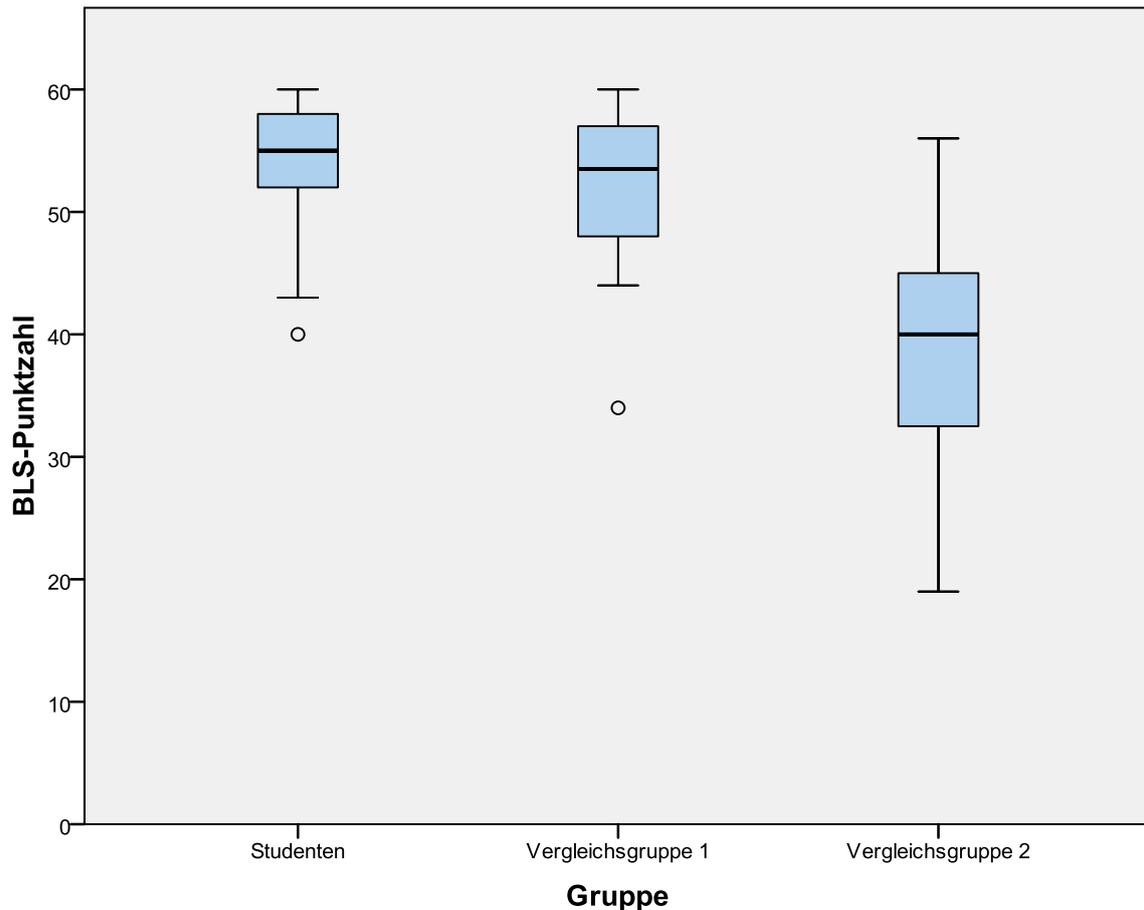


Abbildung 35: Vergleich der BLS-Punktzahlen zwischen den Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen

Wie in der Übersicht der Einzelgruppen bereits zu erkennen habe die Studenten im Basic Life Support am besten abgeschnitten. Die Ärzte der Vergleichsgruppe 1 konnten annähernd gleichwertige Ergebnisse zur Studiengruppe erzielen, während die Vergleichsgruppe 2 niedrigere Resultate erzielt hat.

Die Studiengruppe kam bei der BLS-Gesamtpunktzahl im Mittel auf 54.68 Punkte. Mit 51.38 Punkten liegt die Vergleichsgruppe 1 nur knapp (3.3 Punkte bzw. 5.5% der Gesamtpunktzahl) dahinter. Deutlich niedriger ist dagegen der Mittelwert aus der BLS-Punktzahl bei der zweiten ärztlichen Gruppe, die mit 39.2 Punkten 15.84 Zähler (25.8% der Gesamtpunktzahl) hinter der Studiengruppe liegt. Beim Median sind die Relationen ähnlich. Bei den Studenten liegt dieser bei 55 Punkten. Die Vergleichsgruppe 1 liegt mit einem Median von 53.5 kurz (1.5 Punkte; 2.5% der Gesamtpunktzahl) darunter. Der Abstand der Vergleichsgruppe 2 ist mit einem Median von 40 deutlicher. Somit liegen sie 15 Zähler hinter der Studiengruppe bzw.

25% der BLS-Gesamtpunkte. In der Studiengruppe und der ersten ärztlichen Vergleichsgruppe konnten jeweils der Maximalwert von 60 Punkten erreicht werden. Die Werte der Studenten liegen im Vergleich dazu auf einem etwas höheren Niveau und sind weniger gestreut. Der Interquartilsbereich ist bei den Studenten 6 Punkte ( $Q_{25}=52$ ;  $Q_{75}=58$ ) groß und bei den Ärzten der ersten Vergleichsgruppe 11,5 Punkte ( $Q_{25}=46$ ;  $Q_{75}=57.5$ ). Die Standardabweichung ist bei der Studentengruppe mit einem Wert von 3.98 kleiner als bei der ersten ärztlichen Gruppe, bei denen der Wert bei 8.5 liegt. Bei der Vergleichsgruppe 2 sind 56 Punkte der erreichte Maximalwert. Die erzielten Punktzahlen liegen auf einem deutlich niedrigerem Niveau als bei den anderen beiden Gruppen. Zudem sind die Werte hier weiter gestreut. Der Interquartilsbereich umfasst 13 Punkte ( $Q_{25}=32$ ;  $Q_{75}=45$ ) und die Standardabweichung liegt bei 10.97.

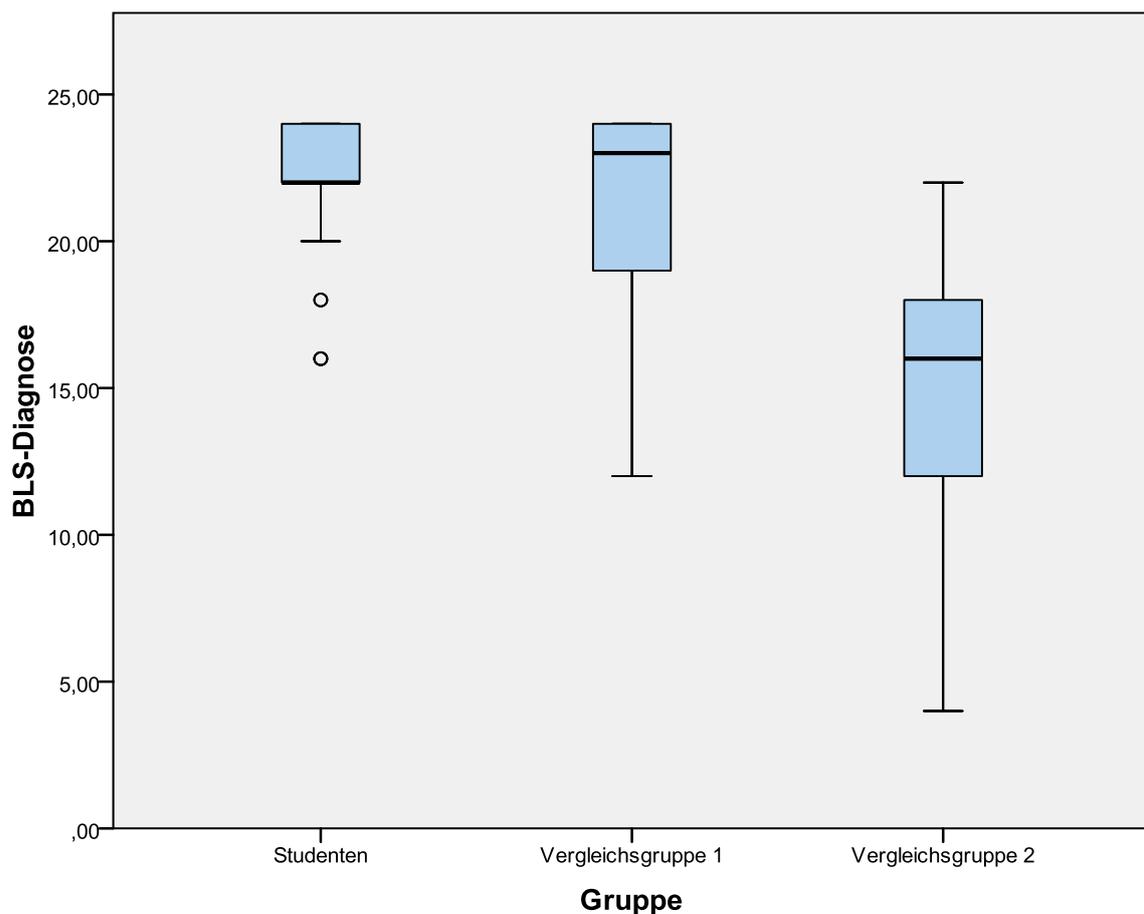


Abbildung 36: Vergleich der Punkte für den Diagnostikblock des BLS zwischen den Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen

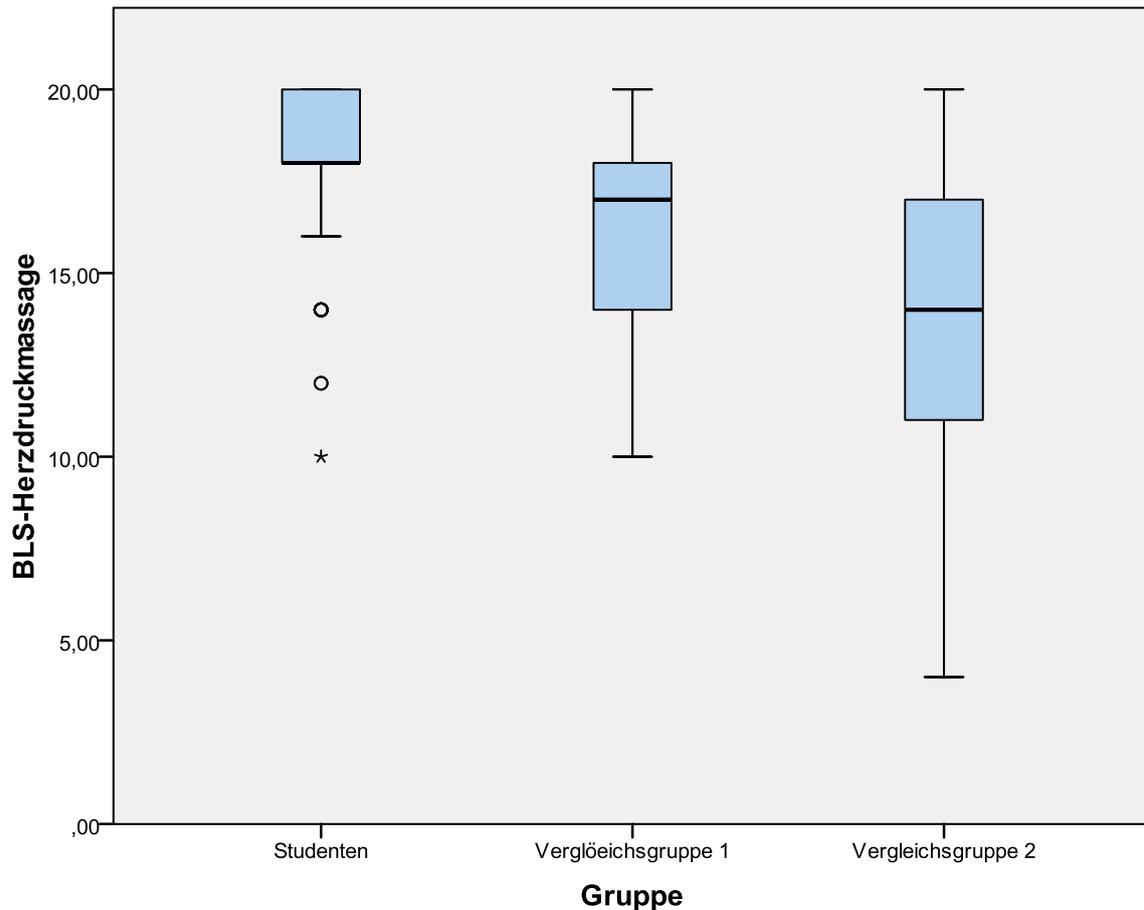


Abbildung 37: Vergleich der Punkte für die Herzdruckmassage im Rahmen des BLS zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen

Die Ursachen für die Punktabzüge sind bei Studenten und der Vergleichsgruppe 1 ähnlich gelagert. Einige Studenten haben bei der Herzdruckmassage eine deutlich schlechtere Leistung als die übrige Studienpopulation gezeigt und somit statistische Ausreißer verursacht. Dies sind jedoch Einzelfälle, die in der Gesamtbetrachtung keine entscheidende Rolle spielen. So sind die Studenten sowohl in dem Diagnostikblock, als auch bei der Herzdruckmassage im Mittel jeweils immer etwas besser als die Ärzte der Vergleichsgruppe 1. Bei der Bewertung des Atemzugvolumens konnten 6 Probanden aus der Studentengruppe keine Punkte erzielen. Bei der Beatmung konnten 34% der Studenten und 12,5% der Assistenzärzte der Vergleichsgruppe 1 die Hälfte der Maximalbewertung erzielen. Fast alle Studenten und Ärzte der Vergleichsgruppe 1 erhielten alle Punkte für das Kompressions-Ventilations-Verhältnis. Lediglich ein Student erhielt nur die halbe Punktzahl und ein Assistenzarzt ging leer aus. Die Assistenzärzte der

Vergleichsgruppe 2 sind in allen Teilbereichen deutlich hinter den Punktwerten, welche die anderen beiden Studienpopulationen erzielen konnten. Im Mittel erreichte diese Gruppe im Diagnostikteil 14.67 Punkte. Das sind 7.5 Punkte (31.25% der Diagnosepunkte) weniger als bei der Studentengruppe. Der Mittelwert der Punkte für die Herzdruckmassage liegt bei 13.87, also 4.05 Zähler (20.25% der Punkte für die Herdruckmassage) hinter den Studenten. Bei der Beatmung liegt die Differenz bei 1.63 Punkten (Mittelwerte: Studenten = 4.43, Vergleichsgruppe 2 = 3.0), also 27.17% der Teilpunktzahl. Im letzten Abschnitt der Checkliste für den BLS-Teil wurde das Kompressions-Ventilations-Verhältnis bewertet. Hier erzielten die Assistenzärzte ohne notfallmedizinische Erfahrung im Mittel 2.28 Punkte (arithmetischer Mittelwert: Studenten = 9.95, Vergleichsgruppe 2 = 7.67) weniger als die Studiengruppe, demnach 22.8% der Teilpunktzahl.

Die Gegenüberstellung der ALS-Ergebnisse beruht auf 125 gültigen Datensätzen. Diese sind wie folgt aufgeteilt: Studenten 103, erste Vergleichsgruppe 8 und zweite Vergleichsgruppe 14 Fälle.

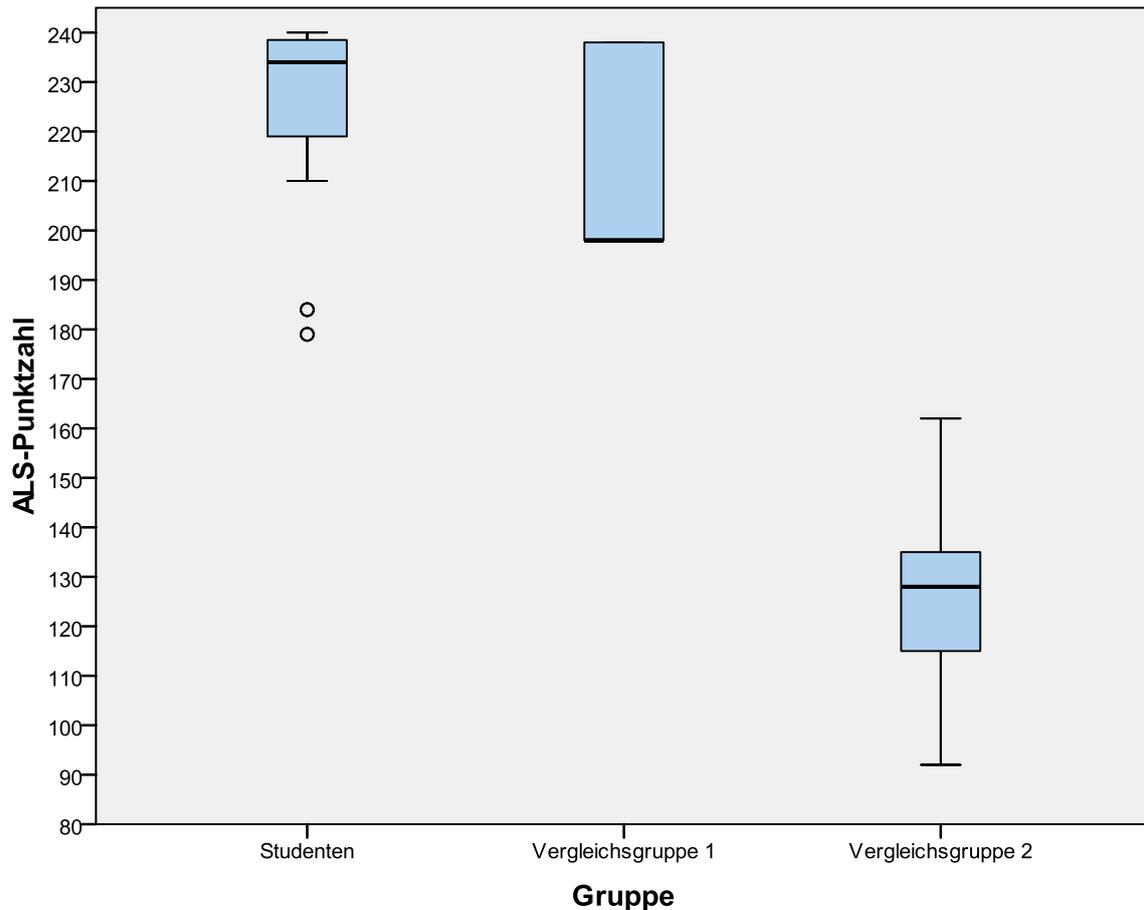


Abbildung 38: Vergleich der Punkte für den ALS zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen

Im Advanced Life Support ist der Unterschied zwischen den Studenten und Assistenzärzten der Vergleichsgruppe 1 etwas deutlicher. Die Vergleichsgruppe 2 liegt mit Abstand dahinter. Die Studentengruppe konnte im Mittel einen Wert von 227.74 Punkten erzielen, die Vergleichsgruppe 1 kommen auf einen Mittelwert von 204.75 und die Vergleichsgruppe 2 auf 127.21 Punkte. Daraus ergibt sich für Ärzte der Gruppe 1 eine Differenz von 22.99 Punkten zur Studiengruppe. Sie waren also im Schnitt 9.58% schlechter als die Studenten, bezogen auf die ALS-Punktzahl. Die Ärzte der Vergleichsgruppe 2 liegen im Mittel 100.53 Punkte (41.89% der ALS-Gesamtpunktzahl) hinter den Studenten. Betrachtet man nun den Median, so werden diese Differenzen noch deutlicher. Dieser liegt bei den Studenten bei 234 und bei den Ärzten aus der Gruppe 1 bei 199 Punkten. Aus den 35 Punkten Unterschied ergibt sich, dass der Median der Studentengruppe um 14.58% besser ist, als jener dieser Ärztefraktion. Die Assistenzärzte der Gruppe 2 sind mit einem Median von 128

Punkten 106 Zähler (44.17% der ALS-Punktzahl) unterhalb des Ergebnisses der Studiengruppe.

Die Ergebnisse der Studierenden sind weiter gestreut, als die der Kontrollgruppe 1, jedoch weniger als bei der Kontrollgruppe 2. Die Studiengruppe konnte zwischen 179 und 240 Punkten, also somit das Maximum, erreichen. Daraus ergibt sich eine Spannweite von 61 Punkten, bei einer Standardabweichung von 14.76. Der Interquartilsbereich im Boxplot umfasst 20 Punkte ( $Q_{25}=219$ ;  $Q_{75}=239$ ). In der Vergleichsgruppe 1 konnten die maximal 240 Punkte nicht erreicht werden. Die erreichte Höchstpunktzahl lag bei 228 Zählern und das Minimum bei 195. Daraus ergibt sich eine Spannweite von 33 Punkten und die Standardabweichung liegt bei einem Wert von 14.47. Der Interquartilsbereich umfasst bei dieser Gruppe 25.75 Punkte ( $Q_{25}=195$ ;  $Q_{75}=220.75$ ). Die weiteste Streuung ist bei den Ergebnissen der Vergleichsgruppe 2 zu verzeichnen. Die erreichten Punktzahlen liegen bei dieser Fraktion zwischen 92 und 162 Zählern, woraus sich eine Spannweite von 70 Punkten ergibt. Die Standardabweichung hat einen Wert von 24.55. Das erste Quartil liegt bei 109.25 und das dritte Quartil bei 141.75 Punkten, woraus ein Interquartilsbereich von 32.5 resultiert.

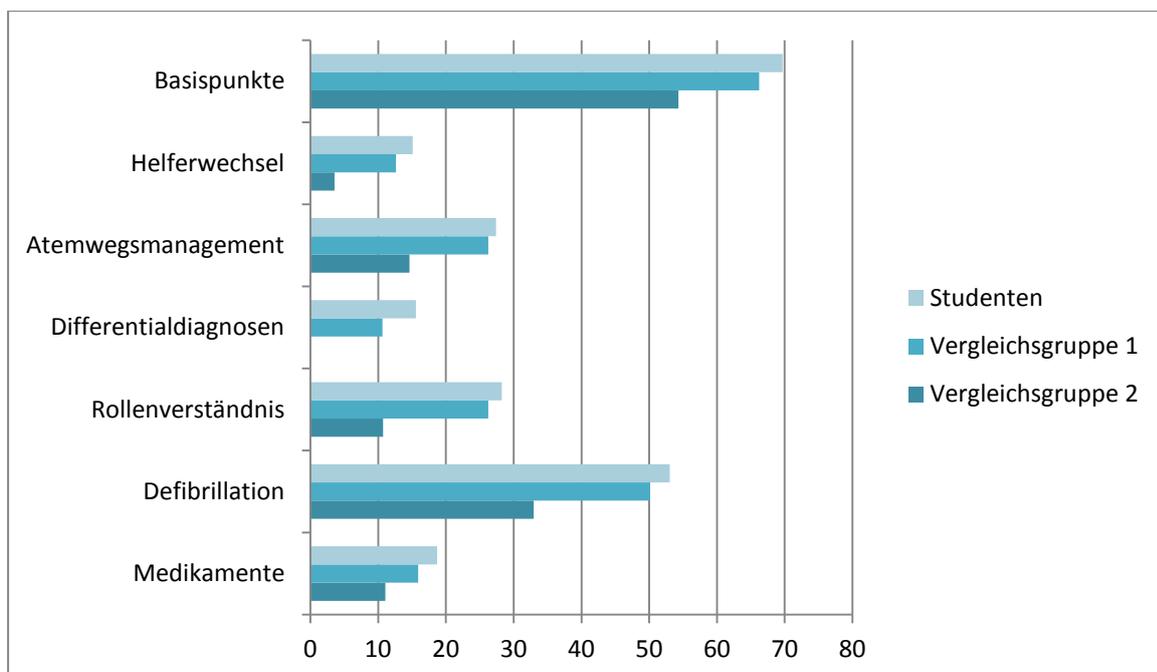


Abbildung 39: Punkteverteilung der ALS Teilbereiche im Vergleich zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen

Betrachtet man nun die einzelnen Teilbereiche des Advanced Life Support, so wird deutlich, dass die Studiengruppe im Mittel in allen Teilbereichen des ALS mit mehr Punkten als die ärztlichen Kontrollgruppen abgeschnitten hat. Während die Ergebnisse der Vergleichsgruppe 1 im Mittel noch an die der Studenten heranreichen, ist die Vergleichsgruppe 2 meist deutlich dahinter. Bei den Differentialdiagnosen konnten die Ärzte der Gruppe 2 keine Punkte erzielen und auch die Helferwechsel waren bei dieser Gruppe wenig ergiebig in Hinblick auf die Punkte. Im Vergleich der ärztlichen Gruppe 1 zu den Studenten ist die Differenz bei den Differentialdiagnosen am größten, hier waren die Studenten bezogen auf die Teilpunktzahl im Schnitt 24.8% besser als die Ärzte. Im analogen Vergleich der Teilbereiche folgen in absteigender Reihenfolge die Helferwechsel (15.38% Differenz), die Medikamentenapplikation (14% Differenz), das Rollenverständnis (6.67% Differenz), die Defibrillation und das Monitoring (5.41% Differenz), sowie die Basispunkte (4.94% Differenz). Am geringsten ist der Unterschied zwischen Studenten und der Gruppe 1 mit einer Differenz von 3.77% beim Atemwegsmanagement. Stellt man nun die Ergebnisse der Gruppe 2 denen der Studenten gegenüber, so ist hier der Abstand ebenfalls bei den Differentialdiagnosen am größten, da die Ärzte dieser Gruppe hier keine Punkte erzielt haben. Im Bezug auf die Teilpunktzahl waren hier die Studenten 77.9% besser als die Vergleichsgruppe 2. In absteigender Punktedifferenz folgen die Helferwechsel (72% Differenz), das Rollenverständnis (58.47% Differenz), das Atemwegsmanagement (42.46% Differenz), die Medikamentenapplikation (38.05% Differenz), sowie die Defibrillation und das Monitoring (37.26% Differenz). Bei den Basispunkten ist mit einer mittleren Differenz von 22.03% der Unterschied zwischen Studenten und der Gruppe 2 am geringsten, aber dennoch deutlich.

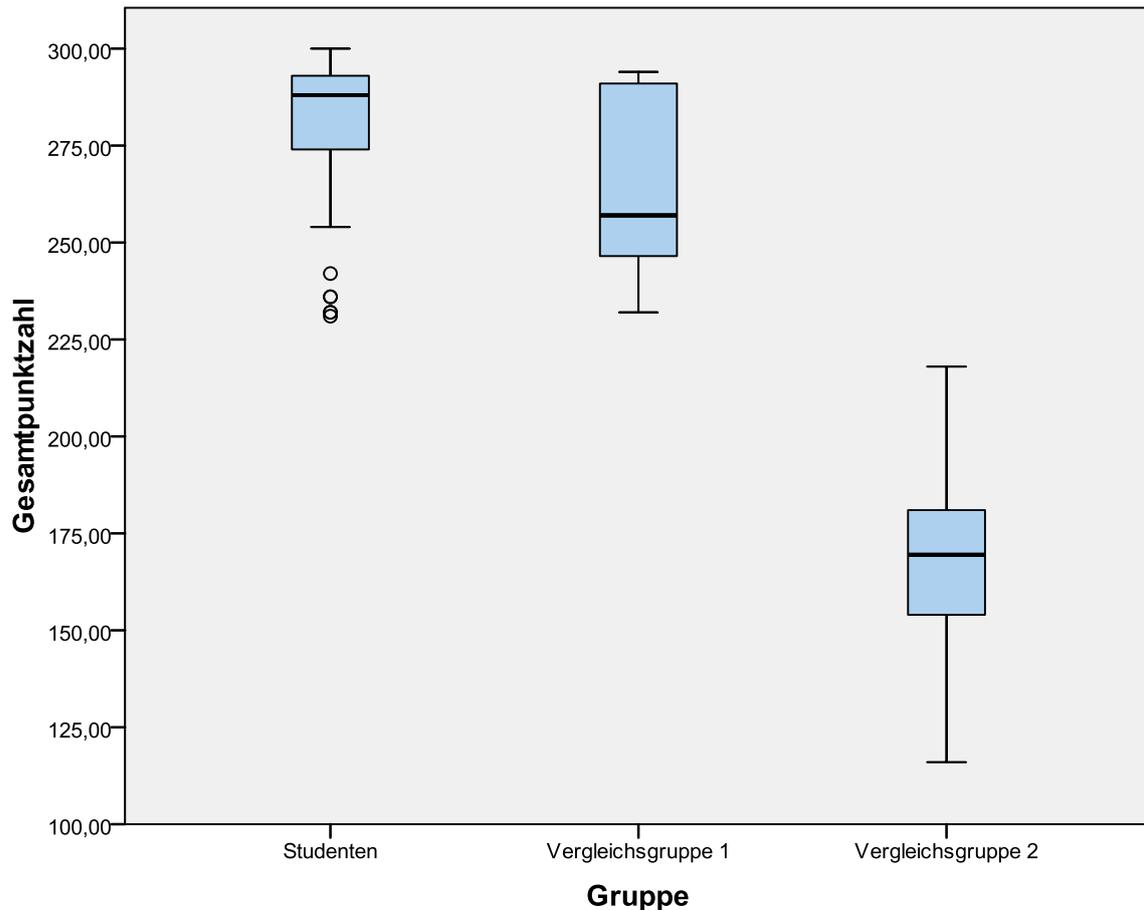


Abbildung 40: Vergleich der Gesamtpunktzahlen zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen

In der Betrachtung der Gesamtpunktzahl schlägt sich ebenfalls der Trend aus dem Advanced Life Support nieder, jedoch mildern die geringeren Unterschiede aus dem Basic Life Support die Differenzen unter den Gruppen etwas ab. Die Studierenden erreichten bei der Gesamtpunktzahl im Mittel 282.42 von insgesamt 300 Punkten. Der Mittelwert der Vergleichsgruppe 1 liegt mit 259.38 Zählern 23.04 Punkte (7.68%) und der Vergleichsgruppe 2 mit 167.35 Zählern 115.07 Punkte (38.36%) unter der Studiengruppe. Analog dazu sind die Unterschiede beim Median. Dieser liegt bei den Studenten bei 288 Punkten. Die Ärzte der Gruppe 1 sind mit einem Median von 253.5 und der daraus resultierenden Differenz von 34.5 Punkten 11.5 % hinter den Studenten. Die Ärzte der Gruppe 2 konnten einen Median von 169.5 Punkten erzielen und liegen somit 118.5 (39.5%) hinter den Studierenden. Die Spannweite der erreichten Punkte ist bei der Studentengruppe (69 Punkte) und der Gruppe 1 (62 Punkte) ähnlich, aber die Standardabweichung unterscheidet sich schon deutlicher. Bei der Studiengruppe umfasst diese 16.27 und den Ärzten 22.31 Punkte. Die

Vergleichsgruppe 2 hat eine eindeutig größere Streuung der erzielten Punkte. Die Spannweite der erreichten Punkte liegt hier bei 102, bei einer Standardabweichung von 29.15. Die Interquartilsbereiche umfassen bei den Studenten 20 ( $Q_{25}=273$ ;  $Q_{75}=293$ ), bei den Assistenzärzten der Gruppe 1 39,5 ( $Q_{25}=244$ ;  $Q_{75}=283,5$ ) und denen der zweiten Gruppe 31,25 Punkte ( $Q_{25}=149.75$ ;  $Q_{75}=181$ ).

## 5.4. Analyse der Testgüte

Die Analyse der Testgüte erfolgt auf mehreren Ebenen. Der Aspekt der Augenscheinvalidität ist statistisch nicht messbar und wird im Diskussionsteil näher betrachtet. Als messbare Elemente der Testgütekriterien werden an dieser Stelle die Reliabilität und Konstruktvalidität betrachtet.

### 5.4.1. Reliabilitätsanalyse

Die innere Konsistenz der Testmethode und des Bewertungsbogen, als Maß für die Reliabilität, wird über Cronbach's  $\alpha$  errechnet. In die Analyse sind alle Items der Checkliste einbezogen, die Teilpunktzahlen und Gesamtpunktzahlen zählen nicht als Item des Bewertungsbogens. Alle drei Stichproben (Studenten, Assistenzärzte mit [Gruppe1] und Assistenten ohne Erfahrungen in der Notfallmedizin [Gruppe2]) werden einzeln betrachtet.

Gruppe	Anzahl der Fälle	Anzahl der analysierten Items	Cronbach's $\alpha$
Studenten	103	73	<b>0.724</b>
Vergleichsgruppe 1	8	73	<b>0.751</b>
Vergleichsgruppe 2	14	73	<b>0.799</b>

Tabelle 5: Reliabilitäten der Studiengruppen

Wie der Tabelle zu entnehmen rangiert der Wert der inneren Konsistenz (Cronbach's Alpha) zwischen 0.724 und 0.799. Es wurde darauf verzichtet, wie in der statistischen Analyse möglich, die Items mit niedriger Trennschärfe gemäß der korrigierten Item-Skala-Korrelation zu entfernen, um Cronbach's  $\alpha$  zu erhöhen (rationale Itemselektion). Es ist legitim diese Selektion zu unterlassen, da die Items, deren Trennschärfe gering ausfällt entweder einen Aspekt aus mehreren Gesichtspunkten erfassen oder eine wiederholte Messung eines Aspektes im

Rahmen des Reanimationsalgorithmus darstellen (z.B. wiederholte Defibrillationen). Anders ist im Rahmen des Testkonstruktes eine Integration der Itemdaten nicht möglich. Ansonsten wären Werte über 0.8 möglich, wie die Item-Skala-Statistik zeigt.

#### **5.4.2. Validitätsanalyse**

Im Rahmen der Validitätsanalyse ist es mit den erhobenen Daten möglich Aussagen zur Konstruktvalidität zu machen. Dazu werden die Gesamtergebnisse der drei Gruppen miteinander verglichen, unter der Voraussetzung, dass alle drei Gruppen zum Zeitpunkt der Datenerhebung einen unterschiedlichen Kenntnisstand bezogen auf das Prüfungsthema hatten. Die Studierenden haben vor der Erfassung der Daten einen theoretisch-praktischen Notfallkurs absolviert. Im Praktikumsteil wurde ihnen der Erwartungshorizont der Prüfung mehrfach deutlich gemacht und die Prüfungssituation durchgespielt. Aus diesem Grund und dem Vorwissen aus der vorhergehenden Untersuchung war die Erwartung, dass im Vergleich mit anderen Gruppen als bestes abschneiden. Die Ärzte der Gruppe 1, von denen einige bereits als Notarzt tätig sind, haben eine professionelle Nähe zum Thema Reanimation. Daher war hier die Erwartung, dass sie im Punktespektrum relativ weit oben liegen. Dennoch ist eine kleine Differenz zu den Studierenden zu erwarten, da ihnen die Prüfungssituation nicht en détail bekannt war. Die Assistenzärzte der Vergleichsgruppe 2 sind von den bewerteten Gruppen jene, von der im Voraus am wenigsten Expertise erwartet wurde. Aus dieser Überlegung und der Fragestellung dieser Studie, nämlich dass das angewandte Testverfahren eine objektive Bewertung der klinischen Kompetenz auf dem Gebiet der kardiopulmonalen Reanimation ist, ergeben sich folgende Hypothesen:

1. Die Studenten erbringen im Rahmen dieses Testverfahrens bessere Leistungen als die ärztlichen Vergleichsgruppen
2. Die Ärzte mit Erfahrung in der Notfallmedizin schneiden besser ab, als Ärzte ohne spezielle Kenntnisse und Erfahrungen in diesem Bereich.

Die Analyse der Verteilungen der erzielten Gesamtpunktzahlen zeigt, dass diese nicht normalverteilt sind. Die Verteilung der Gesamtpunktzahlen bei den Studenten ist linksschief und liegt mit einem Wert für die Schiefe von -1.59 außerhalb des akzeptablen Bereichs, der von -1 bis 1 reicht. Zudem sind die Verteilungen aller

Gruppen subgaußförmig, also flacher als eine Normalverteilung. Daher kommt zum Vergleich der Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Test zum Einsatz, als nichtparametrischer Test zweier unabhängiger Stichproben.

**Mann-Whitney-Test: Ränge**

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Gesamtpunktzahl	Studenten	103	57,75	5948,50
	Vergleichsgruppe 1	8	33,44	267,50
	Gesamt	111		

Tabelle 6: Mann-Whitney-Test Ränge (Studenten & Vergleichsgruppe 1)

**Statistik für Mann-Whitney-Test (Studenten vs. Vergleichsgruppe 1)**

	Gesamtpunktzahl
Mann-Whitney-U	231,500
Wilcoxon-W	267,500
Z	-2,061
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,039

Tabelle 7: Mann-Whitney-Test Statistik (Studenten & Vergleichsgruppe 1)

Aus der deskriptiven Betrachtung der Daten für die Gruppen der Studenten und der Vergleichsgruppe 1 lässt sich bereits erkennen, dass die Studenten etwas besser abgeschnitten haben. Aus dem Mann-Whitney-U-Test ergibt sich, dass der Unterschied der Gruppen auf dem 5% Signifikanzniveau bei einem p-Wert von 0.039 signifikant ist. Mit Berücksichtigung des Gruppenvergleichs (siehe oben) und des mittleren Ranges, lässt sich konstatieren, dass die Studenten signifikant besser waren als die Assistenzärzte der Gruppe 1.

**Mann-Whitney-Test: Ränge**

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Gesamtpunktzahl	Studenten	103	66,00	6798,00
	Vergleichsgruppe 2	14	7,50	105,00
	Gesamt	117		

Tabelle 8: Mann-Whitney-Test Ränge (Studenten & Vergleichsgruppe 2)

**Statistik für Mann-Whitney-Test (Studenten vs. Vergleichsgruppe 2)**

	Gesamtpunktzahl
Mann-Whitney-U	,000
Wilcoxon-W	105,000
Z	-6,060
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

Tabelle 9: Mann-Whitney-Test Statistik (Studenten & Vergleichsgruppe 2)

In der Analyse der Punktedaten wurde bereits deutlich, dass die Vergleichsgruppe 2 deutlich weniger Punkte im Vergleich zu den Studenten sammeln konnte. Der Mann-Whitney-Test bestätigt nun, dass der Unterschied der Gruppen auf einem Signifikanzniveau von 5% bei einem p-Wert <0.01 hoch signifikant ist. Mit Einbezug der Punktedaten und des mittleren Ranges ist somit verifiziert, dass die Studenten signifikant bessere Leistungen in dem Test gezeigt haben als die Assistenzärzte der Gruppe 2.

Folglich ist an diesem Punkt die erste Hypothese bestätigt, da die Studenten nachweisbar bessere Leistungen gezeigt haben, als die ärztlichen Vergleichsgruppen.

**Mann-Whitney-Test: Ränge**

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Gesamtpunktzahl	Vergleichsgruppe 1	8	18,50	148,00
	Vergleichsgruppe 2	14	7,50	105,00
	Gesamt	22		

Tabelle 10: Mann-Whitney-Test Ränge (Vergleichsgruppen 1 & 2)

**Statistik für Mann-Whitney-Test (Vergleichsgruppe 1 vs.  
Vergleichsgruppe 2)**

	Gesamtpunktzahl
Mann-Whitney-U	,000
Wilcoxon-W	105,000
Z	-3,824
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,000

**Tabelle 11: Mann-Whitney-Test Statistik (Vergleichsgruppen 1 & 2)**

Zum Abschluss steht noch die Analyse des Vergleichs der ärztlichen Kontrollgruppen untereinander. Auch hier ergibt der Mann-Whitney-Test, dass der Unterschied der Gruppen auf einem 5% Signifikanzniveau mit einem p-Wert  $<0.01$  hoch signifikant ist. Unter Einbezug der Punktedaten und des errechneten mittleren Ranges ist also bestätigt, dass die Ärzte mit notfallmedizinischer Erfahrung signifikant bessere Testergebnisse erzielt haben, als jene ohne diese Expertise.

## 6. Diskussion

### 6.1. Kritische Wertung der Methodik

Im Rahmen der vorliegenden prospektiven beobachtenden klinischen Studie zur Analyse der entwickelten Testmethodik, konnten die Daten von 126 Probanden erfasst werden. Dieses Kollektiv ist in drei Gruppen gegliedert. Der primären Studienpopulation von 103 Studenten des Praktikums im Querschnittsfach Notfallmedizin konnte zwei ärztlichen Vergleichsgruppen gegenübergestellt werden, von denen eine 8 Assistenzärzte mit und eine 15 Assistenzärzte ohne Erfahrung im Bereich der Notfallmedizin umfasste. Zur Untersuchung der klinischen Kompetenz wurde eine praktische Prüfung im Stile einer OSCE durchgeführt und die erhobenen Daten auf einem dafür entwickelten Bewertungsbogen festgehalten.

Wie in der Einleitung dieser Arbeit bereits dargelegt, handelt es sich bei der OSCE um ein anerkanntes Verfahren zur adäquaten Bestimmung der klinischen Kompetenz im Rahmen einer Testsituation. Die einzelnen Abschnitte müssen jedoch sorgfältig entwickelt werden, um die Testgütekriterien als Qualitätsmerkmal zu erfüllen [28, 112]. Daher wurde neben der deskriptiven Statistik eine Analyse der Reliabilität, sowie Konstruktvalidität durchgeführt und bei der Literaturrecherche einer der Schwerpunkte auf die Erörterung der Testgüte gelegt. Die Erfassung der Leistung der Probanden mit Hilfe einer Checkliste, wie dem Beurteilungsbogen in dieser Studie, ist ein anerkanntes und oft durchgeführtes Bewertungsverfahren seit Einführung der OSCE als Prüfungsmethodik [28, 36]. Dennoch gibt es auch Kritik an den Checklisten, als zu ungenau [30]. Diese Beurteilung bezog sich jedoch eher auf die Bewertung von Anamneseerhebung und klinischen „soft skills“, was auf den Bewertungsbogen in der vorliegenden Studie weniger der Fall ist. Alle Items des Beurteilungsbogens bewerten Fakten, die in den Leitlinien wiederzufinden sind und somit keinen Ablauf. Zudem ist erwiesen, dass eine genaue Itemformulierung die Testgütekriterien positiv beeinflusst [135]. Die Bewertungspunkte auf dem Beurteilungsbogen dieser Untersuchung sind inhaltspezifisch und lassen wenig Raum für persönliche Interpretation der Prüfer zu. Weitere Gesichtspunkte, welche die Testgüte der Prüfungsmethodik erhöhen sind, dass zum Einen ein großer Teil der

Prüfer in den Aufbau und die Entwicklung der OSCE einbezogen wurden und zum Anderen, dass über die Evaluation des Kurses sowie der Prüfung im Einzelnen eine Rückmeldung an die Organisatoren der OSCE erfolgt [92]

Bei dieser Untersuchung wurde die Methodik der OSCE modifiziert. Hier wurde nicht das Konzept vieler kurzer Stationen angewandt, an denen in kurzen Zeiteinheiten (in der Regel etwa 5 Minuten) oft auch völlig unterschiedliche klinische Themen behandelt werden [28]. Die dieser Arbeit zugrunde liegende Prüfung umfasst zwei Stationen, den Basic Life Support und den Advanced Life Support. Diese haben individuelle Zeitfenster. Während der BLS-Teil in der Regel keine 5 Minuten pro Testperson dauert, muss bei dem ALS-Teil von etwa 10-15 Minuten pro Gruppe ausgegangen werden. Die Thematik beider Prüfungsteile ist komplementär. Dennoch entspricht der Stil dieses Tests weitgehend dem Verfahren einer OSCE. Die Methodik ist zudem nicht festgeschrieben. Variationen bezüglich der Stationsanzahl sind üblich und der Zeitrahmen der Stationen kann bei Bedarf, je nach Fragestellung ebenfalls verändert werden [36, 124, 128]. Nun ist erwiesen, dass die Reliabilität des Tests auch von der Stationsanzahl abhängig ist [115]. Jedoch bezieht sich dies auch auf die damit zusammenhängende Anzahl der Bewertungspunkte. Diese sind ausreichend, eine zufriedenstellende Testgüte, auch unter dem Gesichtspunkt der Reliabilität, zu wahren. Die inhaltliche Verbindung der Stationen einer OSCE wurde ebenfalls erprobt und brachte dort akzeptable Ergebnisse [55]

Die Evaluation der Testgüte ist Grundlage, um dieses Testverfahren, auch über die reine Verwendung als Abschlussprüfung des Kurses für Notfallmedizin hinaus, zur Leistungsbestimmung zu legitimieren. Aber auch für diese primäre Anwendung ist dieser Aspekt zur Erstellung einer fairen Prüfung unerlässlich [115]. Weiterhin ist es eine notwendige Voraussetzung, um diese OSCE gegebenenfalls um zusätzliche Stationen zu erweitern.

Die Prüfung der Reanimationsleistung mit der angewandten Methodik erfasst vornehmlich die Umsetzung des Algorithmus, einige invasive Maßnahmen (Intubation), sowie Herzdruckmassage und Defibrillation. Nicht berücksichtigt wurde das Legen einer Venenverweilkanüle als tatsächlicher manueller Vorgang, sowie häufige Schwierigkeiten einer präklinischen, aber teilweise auch klinischen Reanimation (z.B. schlechte Umgebungsbedingungen, schwieriger Atemweg bei der Intubation). Das Schaffen dieser „standardisierten Reanimation“ ist für die

Durchführungsobjektivität und Vergleichbarkeit der Ergebnisse notwendige Bedingung. Es führt aber auch dazu, dass bestimmte Teilaspekte der klinischen Kompetenz (z.B. Improvisationstalent, manuelles Geschick bei i.v.-Punktion und Intubation) durch dieses Setting nicht erfasst werden können.

## 6.2. Testgüte der OSCE

Das primäre Ziel dieser Arbeit und der zugrunde liegenden klinischen Studie ist die Entwicklung eines objektiven Verfahrens zur Beurteilung einer kardiopulmonalen Reanimation. Dazu muss die OSCE als angewandte Methode die Kriterien der Testgüte erfüllen, die in der Testtheorie definiert wurden. Als Qualitätsmerkmale einer Testmethode müssen vor allem die Haupttestgütekriterien erfüllt sein, also Objektivität, Reliabilität und Validität. Diese Merkmale bedingen einander, das heißt ein Testgütekriterium kann nur erfüllt werden, wenn das vorhergehende erfüllt wurde.

Im Zusammenhang mit der Analyse der Testgüte, die Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist, wurden Werte für Reliabilität und Konstruktvalidität ermittelt. Weitere Aspekte der Testgüte, die metrisch nicht messbar sind, werden im Anschluss an die Ergebnisse diskutiert.

### 6.2.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Reliabilität des Testverfahrens wurde durch Cronbach's  $\alpha$  als Maß für die innere Konsistenz ermittelt. Dazu wurden alle Items des Beurteilungsbogens mit einbezogen. Für die Studenten konnte ein Alpha von 0.724 bestimmt werden. Die beiden ärztlichen Vergleichsgruppen kamen auf einen Wert von 0.751 bzw. 0.799.

Zur Analyse der Konstruktvalidität wurden die Ergebnisse der einzelnen Studiengruppen mit dem Mann-Whitney-Test untereinander verglichen. So konnten zuvor formulierte Hypothesen über die Leistung der Gruppen validiert werden. Die Studiengruppe schnitt signifikant besser ab, als die erste ärztliche Vergleichsgruppe (p-Wert 0.039). Im Vergleich zur zweiten Studiengruppe schnitten die Studenten ebenfalls besser ab, wobei hier der Unterschied hoch signifikant ist (p-Wert <0.01). Auch die Differenz zwischen den beiden Ärztegruppen ist bei einem p-Wert von <0.01 hoch signifikant, wobei die Ärzte mit notfallmedizinischer Erfahrung erwartungsgemäß besser abgeschnitten haben.

### 6.2.2. Kritische Betrachtung der Ergebnisse

Die Validierung von Testmethoden im Stile einer OSCE erfolgt hier maßgeblich über die Inhaltsvalidität und die Konstruktvalidität. OSCE-Verfahren haben ein hohes Maß an Augenscheinvalidität (Inhaltsvalidität), besonders wenn die Stationen sorgfältig entwickelt wurden [28]. Dies ist jedoch kein arithmetisch messbarer Aspekt, sondern beruht im Allgemeinen auf Expertenmeinungen, die in sich die Gefahr bergen subjektiv zu sein [124]. Die Basis dieser Arbeit sind die geltenden Leitlinien des ERC aus dem Jahre 2010. Da diese einen Konsensus von Studien und Expertenmeinungen zum Thema kardiopulmonale Reanimation darstellen, ist die Gefahr subjektiver Anschauungen minimiert. Bei der Entwicklung der OSCE wurde die bewährte Methode der Reanimation mit Simulatorpuppen zu Grunde gelegt [86]. Der Beurteilungsbogen greift alle Aspekte des simulierten Szenarios auf und alle Items dieser Checkliste entsprechen denen der ERC Leitlinien bzw. lassen sich daraus ableiten. Die Ausarbeitung erfolgte weiterhin durch erfahrene Notfallmediziner. Daher ist davon auszugehen, dass auch in dieser OSCE die Augenscheinvalidität im hohen Maße gegeben ist. Auf eine Validierung durch den Vergleich des OSCE Ergebnisses mit der MCQ – Klausur am Ende des Semesters im Sinne einer prädiktiven Validierung [28] wurde verzichtet. Grund ist einerseits, dass die schriftliche Klausur ein weiteres Themenfeld umfasste und andererseits die Problematik, dass unterschiedliche Testmethoden mitunter nur gering miteinander korrelieren, da unterschiedliche Aspekte geprüft werden [33, 71]. Um die Konstruktvalidität zu analysieren, wurden Studiengruppe und die ärztlichen Vergleichsgruppen als Kontrastgruppen definiert. Das zu messende Konstrukt ist die klinische Kompetenz bei einer Reanimation und dieses soll durch den Beurteilungsbogen objektiv abgebildet werden. Im Vorfeld der Datenanalyse wurden Hypothesen formuliert, inwiefern die Ergebnisse der Gruppen sich unterscheiden. Grundlage der Ausarbeitung dieser Thesen waren Überlegungen des Ausbildungsstandes und des Vorbereitungsgrades. Die Studenten schnitten als beste Gruppe ab, aber auch die Ärzte unterschieden sich erwartungsgemäß, entsprechend ihrer notfallmedizinischen Erfahrung. Am besten vorbereitet waren die Studenten, die zudem noch auf Details der Prüfung hingewiesen wurden und als einzige der Studienpopulationen das Szenario im Vorfeld geübt haben. Hierin liegt auch eine potentielle Verzerrung (Bias) gegenüber den ärztlichen Gruppen. Allerdings ist der Unterschied zwischen den Ärzten mit und denen ohne Erfahrungen

in der Notfallmedizin hoch signifikant, so dass immer noch von einer validen Messung des Konstrukts ausgegangen werden kann. Sollte dadurch eine Verzerrung der Ergebnisse stattgefunden haben, so ist diese wahrscheinlich geringgradig.

Der Schwerpunkt der Reliabilitätsanalyse liegt in der Bestimmung der inneren Konsistenz des Testkonstruktes. Da keine Retest- oder Paralleltestdaten vorliegen, erfolgt die Schätzung der Reliabilität über die Berechnung von Cronbach's  $\alpha$ . Die ermittelten Werte von Cronbach's  $\alpha$  liegen in den drei Studienpopulationen zwischen 0,724 und 0,799. Damit liegen alle bestimmten Daten im Bereich einer akzeptablen Reliabilität [ (Barman, 2005)]. Folglich ist dieses Testgütekriterium ausreichend erfüllt und der Test in dieser Form aus Sicht dieses Aspektes durchführbar. Unter Einbezug der gesichteten Literatur ist dieser Wert ein durchschnittlich gutes Ergebnis [28, 112, 127]. Eine rationale Itemselektion zur Entfernung von Items mit geringer Trennschärfe wurde in Betracht gezogen, um die Reliabilität zu erhöhen [ 22]. Dieser Vorgang hätte Werte für Alpha weit über 0.8 ermöglicht. Letztendlich wurde dies jedoch unterlassen, weil alle Items zur Erfassung der Leistungen im Reanimationsszenario nötig sind. Da viele Vorgänge im Algorithmus zyklisch wiederholt werden, kommt es zu repetitiven Messungen eines inhaltlich gleichen Items. Diese haben folglich untereinander aus statistischer Sicht keine Trennschärfe, sind aber inhaltlich notwendig, um den Algorithmus in seinen Teilaspekten zu erfassen. Somit hätte die Erhöhung der Reliabilität eine Reduktion der Inhaltsvalidität zur Folge, ein Problem, das als Reliabilitäts-Validitäts-Dilemma bekannt ist [127]. Weiterhin sind die Items des Bewertungsbogens relativ heterogen. Sie sind in der Punktevergabe unterschiedlich gewichtet und skaliert. Das schränkt die Reliabilität über den Cronbach  $\alpha$  aus rechnerisch statistischer Sicht weiter ein [22]. Nach Meinung des Autors ist diese Einschränkung der Reliabilität möglicherweise artifiziell, da die Punktegewichtung und die Dichotomisierung der sonst dreistufigen Itemskalierung bei einigen Items mit Ja-Nein-Charakteristik, nicht unbedingt den Kern der Reliabilität berührt, nämlich die Verlässlichkeit des Tests in Hinblick auf die Messgenauigkeit. Wahrscheinlich ist eine weitergehende Eingrenzung der Reliabilität über weitere Methoden durchaus sinnvoll.

### 6.2.3. Bewertung

Aus der Analyse der Ergebnisse der Stichprobenerhebungen ergibt sich, dass die entwickelte Methode zur objektiven Bewertung einer Reanimation im Stile einer OSCE mit Beurteilungsbogen ein geeigneter Test ist. Der zugrunde liegende Score dient primär der Notengebung für den Studentenkurs, eignet sich aber auch für den Vergleich anderer Stichprobenpopulationen. Die Reliabilität ist in Zusammenschau mit anderen Studienergebnissen gut [28] und die Validität des Verfahrens konnte erweisen werden.

Die Objektivität wird über die Standardisierung der Testsituation (Durchführungsobjektivität), die Erfassung auf einem detailgenauen Beurteilungsbogen (Auswertungsobjektivität) und dem daraus resultierenden Gesamtscore (Interpretationsobjektivität) gegeben.

Somit sind alle Haupttestgütekriterien nach der Testtheorie erfüllt, die für ein Testverfahren nötig sind. Als wichtiges Nebenkriterium zählt bei OSCE die Durchführbarkeit. Notwendige Voraussetzung zur Umsetzung dieses Testszenarios sind ausreichend Platz, die genutzten Materialien und ein kleines Team von Prüfern. Es hat sich bei der Durchführung als sinnvoll erwiesen die BLS- und ALS-Station zeitversetzt, aber parallel durchzuführen. So wurde Zeit gespart, da wenig Leerlaufzeit entstanden ist. Zur Bewertung der Probanden sind mindestens ein BLS-Prüfer und zwei ALS-Prüfer sinnvoll. Weiterhin sorgten Hilfskräfte des Simulatorzentrums dafür, dass die Stationen schnell wieder in den Ausgangszustand zurück versetzt wurden, wodurch sie einen reibungslosen Ablauf ermöglicht haben.

### 6.3. Vergleich der Studiengruppe mit den ärztlichen Kontrollgruppen

Die Datenerhebung im Rahmen der OSCE hatte zum Einen als Ziel, die Testgüte zu berechnen. Zum Anderen sind aus dem Vergleich der Werte deduktiv Erkenntnisse möglich, inwieweit die Lehrmethode klinische Kompetenz im Bereich der Reanimationsmaßnahmen vermittelt, welche notfallmedizinischen Kenntnisse im Assistenzarztbereich vorhanden sind und wo die Fehlerquellen liegen.

Der Studiengruppe, die 103 Studenten umfasst, werden zwei assistenzärztliche Vergleichsgruppen gegenüber gestellt. Die erste besteht aus 8 Assistenten mit notfallmedizinischer Erfahrung, teilweise auch schon mit absolviertem Notarztkurs. In der zweiten Gruppe wurden 15 Weiterbildungsassistenten erfasst, die wenig oder keine Erfahrung in der Notfallmedizin haben.

#### 6.3.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Leistung der Probanden wird für den Basic Life Support und den Advanced Life Support getrennt betrachtet. Während der BLS-Teil von jedem Studienteilnehmer einzeln durchgeführt wurde, zählt im ALS-Teil die Gruppenleistung. Jegliche Korrelation wäre folglich verzerrt und ist somit nicht möglich. Abschließend ergibt die Summe beider Abschnitte eine Gesamtpunktzahl, die letztendlich wieder individuell für die einzelnen Testpersonen ist.

Im Basic Life Support erzielten die Studenten mit durchschnittlich 54.68 von 60 Punkten das beste Ergebnis. Die Assistenzärzte der ersten Kontrollgruppe kamen im Mittel auf 51.38 Punkte und liegen somit nur knapp hinter den Studenten. Deutlicher ist der Abstand zur zweiten ärztlichen Kontrollgruppe, die im Schnitt 39.2 Punkte erreichte. Während die Ergebnisse der Studiengruppe und der ersten Kontrollgruppe, mit Ausnahme einiger Ausreißer, relativ eng beieinander liegen, sind die Ergebnisse der zweiten Kontrollgruppe weit gestreut. In der Analyse der Fehlerquellen wird ersichtlich, dass sowohl bei der Studiengruppe, als auch bei der ersten Kontrollgruppe die Fehlerpunkte relativ gleichmäßig über alle Bereiche verteilt waren, fast immer jedoch waren die Studenten minimal besser. Nur bei der Beatmung lag die Punkteverteilung bei den Ärzten höher. Die zweite Kontrollgruppe musste

deutliche Abschläge im Diagnoseteil hinnehmen. Meist war die mangelnde Koordination des BLS-Algorithmus ursächlich für weitere Punktabzüge zum Beispiel im Hinblick auf das Kompressions-Ventilations-Verhältnis.

Noch deutlicher werden die Unterschiede zwischen den Gruppen im ALS-Teil. Die Studiengruppe erreichte im Mittel Werte um 227.74 von 240 Punkten. Relativ nah sind noch die Assistenzärzte der ersten Vergleichsgruppe mit durchschnittlich 204.75 Punkten dran. Die zweite Vergleichsgruppe ist mit einem arithmetischen Mittelwert von 127,21 deutlich unter den vorgenannten Ergebnissen. In allen bewerteten Teilbereichen waren die Studenten die beste Gruppe und die Ärzte der Vergleichsgruppe 2 mit Abstand die schlechtesten. In fast allen bewerteten Teilbereichen des ALS erreichten die Studenten im Mittel jeweils über 90% der zu erreichenden Punkte, lediglich bei der Differentialdiagnostik liegt der Mittelwert der Studenten bei 77.9% der Maximalpunktzahl. Die Ärzte der Vergleichsgruppe 1 sind in den Teilabschnitten meist mit wenig Abstand hinter den Studenten, nur bei der Besprechung der potentiell reversiblen Ursachen, der Koordination der Helferwechsel und Medikamentenapplikation ist die Differenz etwas größer. Die Studienteilnehmer aus der zweiten Vergleichsgruppe haben alle die reversiblen Differentialdiagnosen des plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillstandes nicht besprochen. Zudem konnte diese Gruppe mit unkoordinierten Helferwechseln kaum Punkte machen.

Der Trend der Gruppenleistungen aus dem ALS-Teil dominiert auch die Gesamtpunktzahl, in der die Unterschiede jedoch durch die Miteinbeziehung der BLS-Punkte wieder etwas abgemildert werden. Die Studiengruppe erzielte mit einer Durchschnittspunktzahl von 282.42 von 300 Punkten das beste Ergebnis, gefolgt durch die erste Vergleichsgruppe mit 259.38 Punkten. Mit Abstand folgt die zweite Vergleichsgruppe mit 167.35 Punkten im Mittel.

### **6.3.2. Kritische Betrachtung der Ergebnisse**

Das gute Abschneiden der Studentengruppe beruht auf mehreren Faktoren. Zunächst einmal war den Studenten die Prüfungsbedingungen von vornherein bekannt. In mehreren offiziellen Praktikumsterminen wurde das Szenario genau wie in der Prüfung durchgespielt und die Gruppen für die eigentliche Testsituation fanden

sich in dieser Vorlaufphase. Somit waren die Teams mehr oder weniger gut eingespielt. Weiterhin ist es erwiesen, dass Studenten ihr Lernen und damit konsekutiv die messbare Leistung an die Prüfungssituation anpassen [110, 127]. Subjektiv war festzustellen, dass die Studenten im Großteil hoch motiviert an den Notfallkurs und die Reanimationsprüfung heran gingen. Es war den Gruppen im Simulatorzentrum möglich, freiwillig auch außerhalb der offiziellen Termine zu üben. Dieses Angebot wurde von vielen Studenten angenommen. In Hinblick darauf, dass sich also viele Studenten auch freiwillig mit dem Thema auseinandersetzten, hat die Lehrmethode offensichtlich durchaus Erfolg. Dies schlägt sich somit auch in den erzielten Ergebnissen nieder. Inwieweit das vermittelte Wissen und die damit verbundenen Fertigkeiten jedoch persistieren, könnte nur eine weitere Messung der Stichprobe beantworten.

Die in der Notfallmedizin erfahrenen Assistenzärzte wurden erwartungsgemäß mit einer guten Leistung gemessen. Ihre erreichten Punkte lagen fast alle im oberen Bereich des Punktespektrums. In vielen Bereichen erreichten sie annähernd die Leistung der Studenten. Die Differenz zur Studiengruppe ist multifaktoriell begründet. Zunächst einmal waren ihnen die Einzelheiten der Testsituation nicht bekannt. Die Durchführung war zwar methodisch die Gleiche, aber es erfolgten keine Instruktionen in vorhergehenden Trainingssituationen. So wurden dann die reversiblen Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstandes oft nicht häufig besprochen, wie von den Studenten, die wiederum auf die Wichtigkeit dieses Punktes hingewiesen wurden. Desweiteren sind einige Punktedifferenzen durch einen höheren Grad der Koordinierung im Ablauf, sowie eine offener Kommunikation im Team bei den Studenten bedingt. Hier muss jedoch dem Umstand Rechnung getragen werden, dass sich die Ärzteteams erst unmittelbar vor der Prüfung fanden, während die Studententeams die Testsituation in gleicher Formation öfter durchgespielt haben. Das dies ein Faktor ist, der die Leistung im Rahmen von OSCE-Reanimationsszenarios negativ beeinflusst ist erwiesen. Eine Studie zu diesem Thema zeigte, dass die Herzdruckmassage und Defibrillation durch den Prozess der Teambildung verzögert werden kann. Weiterhin ist in diesen ad hoc geformten Teams die Teamführung weniger souverän [63]. Da auch in der vorliegenden Arbeit in diesen Bereichen marginale Differenzen messbar sind, ist dies ein weiterer plausibler Erklärungsansatz für etwaige Punktedifferenzen. Eine weitere Ursache für einen Bewertungsunterschied kann darin liegen, dass kurz vor der Stichprobenerhebung die Leitlinien novelliert wurden. In der Neuauflage

wurde die erste Adrenalinapplikation während eines defibrillierbaren Herz-Kreislauf-Stillstandes im Algorithmus verschoben. Die meisten Studenten haben den Advanced Life Support das erste Mal im Rahmen dieses Notfallkurses kennen gelernt, somit gleich die Leitlinien von 2010 gelernt und soweit es ihnen möglich war umgesetzt. Bei den Ärzten der ersten Vergleichsgruppe kam es an genau dieser Stelle der Algorithmus zu Fehlern und folglich zu Punktabzügen. Denkbar ist hier, dass die alten Leitlinien noch soweit internalisiert waren, da die entsprechende erste Adrenalingabe oft zu dem Zeitpunkt erfolgte, der durch die Leitlinien von 2005 empfohlen wurde.

Die notfallmedizinisch unerfahrenen Assistenzärzte konnten weit weniger Punkte als die Studentengruppe und die erste ärztliche Vergleichsgruppe erzielen. Der jeweilige Unterschied zu den anderen Gruppen ist hochsignifikant. Dieses Ergebnis zeigt einmal mehr wie wichtig eine praktische Schulung zur suffizienten Durchführung von Reanimationsmaßnahmen ist. [65]. Ohne praktische Übung sind die Leistungen bei einer kardiopulmonalen Reanimation signifikant schlechter [86]. Die Assistenzärzte der zweiten ärztlichen Vergleichsgruppe absolvieren ihre Weiterbildung in Fachgebieten, die nicht primär mit der Notfallversorgung von Herz-Kreislauf-Stillständen konfrontiert sind. Sie haben zum Zeitpunkt der Prüfung auch keine nennenswerten Erfahrungen in dem Sektor. Dieser Unterschied kann mit Hilfe der OSCE und dem Bewertungsbogen deutlich messbar gemacht werden.

Bei der Literaturrecherche fiel auf, dass Vergleichsstudien zwischen Studenten und Ärzten selten sind, somit natürlich auch bei der Gegenüberstellung der Leistungen im Rahmen von BLS- und ALS-Maßnahmen. Die in dieser Studie angewandte Methodik sowie Fragestellung ist nach bestem Wissen in dieser Form noch einzigartig. Eine vergleichende Untersuchung zwischen Ärzten und Studenten zum Thema Reanimation aus der Schweiz ist bekannt [80]. In dieser Studie ist die Fragestellung, inwieweit Medizinstudenten kurz vor ihrer Graduierung in der Lage sind, bei einem plötzlichen Herzstillstand adäquat zu reagieren. Ergebnis ist dort, dass die Studenten in der Diagnose eines Herz-Kreislauf-Stillstandes und der Technik der Reanimationsmaßnahmen vergleichbar mit den Ärzten sind. Schlechter schneiden die Studenten vor allem deshalb ab, weil sie essentielle Maßnahmen wie die Herzdruckmassage, sowie die initiale Defibrillation verzögerten und weniger Führungsqualitäten zeigten. Zudem alarmierten die Studenten deutlich seltener

weitere Hilfe. Die Daten decken sich insoweit mit denen der vorliegenden Arbeit in Bezug auf die Vergleichbarkeit der studentischen Leistung bei der Diagnose des Herz-Kreislauf-Stillstandes und der Technik der Reanimationsmaßnahmen. Dies allerdings nur im Vergleich zu den Ärzten, die notfallmedizinische Erfahrung haben. Das Defizit der schweizer Studenten im Sinne der Verzögerung von Maßnahmen und schlechteren Übernahme von Führungsrollen deckt sich nicht mit den Beobachtungen dieser Arbeit. Allerdings ist es wichtig anzumerken, dass die Studenten aus der schweizer Studie zuvor kein spezielles Notfalltraining absolviert haben. Folglich ist das in Homburg angewandte Lehrverfahren dementsprechend dazu geeignet, die Defizite, welche in der Studie der Universität Basel postuliert werden, zu beseitigen.

Möglicherweise liegt in den verschiedenen Kenntnisständen über den Ablauf der Testsituation, wie zuvor bereits erwähnt, auch die Wurzel einer Verzerrung (Bias) des Gesamtergebnisses. Da jedoch davon ausgegangen wird, dass die Ärztgruppen mit etwa gleichem Wissenstand bezüglich des genauen Ablaufs gemessen wurden und sich in beiden Fällen die Teams ad hoc finden mussten, ist bei einer hochsignifikanten Ergebnisdifferenz zwischen den notfallmedizinisch erfahrenen und unerfahrenen Assistenzärzten eine Beeinträchtigung der Validität des Test unwahrscheinlich. Der Effekt der Verzerrung ist, wenn überhaupt vorhanden, gering ausgeprägt.

### **6.3.3. Bewertung**

Mit der durchgeführten Studie zeigt sich, dass es mit einem kurzen praktischen Kurs möglich ist, suffiziente Basismaßnahmen und erweiterte Reanimationsmaßnahmen an Studenten zu vermitteln. Zum Testzeitpunkt ist ihre Leistung mit denen notfallmedizinisch erfahrener Assistenzärzte vergleichbar und fast am Punktmaximum. Somit ist die Integration einer OSCE in Lehre und Leistungsüberprüfung des Notfallkurses erfolgreich in dem Sinne, dass notfallmedizinische klinische Kompetenz vermittelt wurde.

Die Differenz zwischen den Studenten und Ärzten der ersten Vergleichsgruppe einerseits und den Assistenten der zweiten Vergleichsgruppe andererseits ist zudem ein Indikator dafür, dass der Bewertungsbogen und der damit verbundene Score in

ihrer Zielsetzung funktionieren, Leistungsunterschiede im Rahmen von Reanimationsszenarios im OSCE-Stil objektiv messbar zu machen.

## 6.4. Schlussfolgerung und Forschungsausblick

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die Testmethode im OSCE-Stil und der dazugehörige Bewertungsbogen ein valides und reliables Verfahren zur objektiven Beurteilung einer Reanimation ist. Damit ist diese Methodik geeignet, wie zunächst angewandt, als eigenständige Prüfung durchgeführt zu werden. Es ist aber auch denkbar, die Stationen in eine größere OSCE zu implementieren. Die weiteren Stationen im Einzelnen, aber auch der Test insgesamt sind dann natürlich nochmal bezüglich der Hauptgütekriterien der Testtheorie zu analysieren. Eine weitere Eingrenzung der Reliabilität ist möglich, indem bei erneuter Anwendung des Verfahrens noch die Interrater-Reliabilität gemessen würde. Dazu sollte auf dem Bewertungsbogen der oder die Prüfer in den bereits integrierten Feldern vermerkt werden. Zudem ist es möglich die Reliabilität des Verfahrens über weitere Methoden, wie die Erstellung von Review-Checklisten als Rückmeldung an die Prüfer, eine intensivere Vorbereitung der Prüfer und eine testtheoretische Aufarbeitung bei weiteren Durchgängen der Prüfung zu steigern [110].

Über dieses Testverfahren kann zudem eine Aussage zum Effekt der Lehrmethode gemacht werden. Da die Studenten sehr gute Ergebnisse erzielten, liegt der Schluss nahe, dass das Curriculum des praktischen Notfallkurses dazu geeignet ist, die klinische Kompetenz auf dem Gebiet der Reanimation zu vermitteln [47, 115]. Dazu eignet sich im Besonderen auch das Mittel eines simulierten Szenarios, durch das alle Studenten vergleichbare Bedingungen vorfinden, das die Lehrplanung möglich macht und durch das störende Interventionen überflüssig werden, die bei der Lehre am echten Patienten möglicherweise nötig werden könnten, um den Patient vor iatrogenen Schäden zu schützen [80]. Da das Wissen und die Fertigkeiten in diesem Sektor relativ rasch wieder schlechter zu werden scheinen [95], ist das entwickelte Beurteilungsverfahren eine Möglichkeit eine Stichprobe zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal zu messen. Dadurch ließe sich die Regression der Kompetenz quantifizieren und nachvollziehen, in welchen Bereichen die Differenz wie stark ausgeprägt ist. Daraus können dann potentielle Schwerpunkte für Auffrischkurse extrapoliert werden.

Die Anwendung einer OSCE im Rahmen der medizinischen Ausbildung als Prüfungsformat ist nicht unumstritten [110]. Dennoch überwiegt bei der Betrachtung

der recherchierten Literatur der Nutzen dieser Methode seine potenziellen Risiken, die meist im schlechten Prüfungsdesign begründet liegen. [28]. Mit vorliegender Arbeit konnte einmal mehr gezeigt werden, dass eine gut ausgearbeitete OSCE ein geeignetes Prüfungswerkzeug ist, das die testtheoretischen Gütekriterien erfüllt und einen objektiven Vergleich verschiedener Prüfungsgruppen ermöglicht.

## 7. Literaturverzeichnis

1. (ca. 550 vor Chr.)  
2. Buch der Könige  
Altes Testament, Bibel, 4. 32-35
2. **A**bella B., Alvarado J., Myklebust H., Edelson D., Barry A., O'Hearn N., et al.  
(Januar 2005)  
*Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest*  
Journal of the American Medical Association, 293(3): 305-310
3. Abella B., Sandbo N., Vassilatos P., Alvarado J., O'Hearn N., Wigder H., et al.  
(Februar 2005)  
*Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal; a prospective study during in-hospital cardiac arrest*  
Circulation, 111(4): 428-434
4. Adrie C., Adib-Conquy M., Laurent I., Monchi M., Vinsonneau C., Fitting C., et al.  
(30. Juli 2002)  
*Successful cardiopulmonary resuscitation after cardiac arrest as a "sepsis-like" syndrome*  
Circulation, 106(5): 562-568
5. American Heart Association (AHA) (Dezember 2005)  
*Guidelines for cardiopulmonary Resuscitation (CPR) and Emergency Cardiovascular Care [ECC]*  
Circulation, 24: 112 ff
6. Anantharaman, V. (August 2011)  
*Chest compression-only CPR or good quality 30:2 CPR*  
Singapore Medical Journal, 52(8): 576-581
7. Ashton A., McCluskey A., Gwinnut C., Keenan A. (November 2002)  
*Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 minutes*  
Resuscitation, 55(2): 151-155
8. Aufderheide T., Lurie K. (September 2004)  
*Death by hyperventilation: a common and life-threatening problem during cardiopulmonary resuscitation*  
Critical Care Medicine, 32(9): 345-351
9. Aufderheide T., Sigurdsson G., Pirrallo R., Yannopoulos D., McKnite S., von Briesen C., et al. (April 2004)  
*Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation*  
Circulation, 109(16): 1960-1965

10. Aung K., Htay T. (Januar 2005)  
*Vasopressin for cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis*  
Archives of internal medicine, 165(1): 17-24
  
11. **B**arman, A (September 2005)  
*Critiques on the Objective Structured Clinical Examination*  
Annals of the Academy of Medicine, Singapore, 34(8): 478-482
  
12. Barrows H. (April 1968)  
*Simulated patients in medical teaching*  
Canadian Medical Association Journal, 98(14): 674-676
  
13. Baskett P., Nolan J., Parr M. (Januar 1996)  
*Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation*  
Resuscitation, 31(3): 231-234
  
14. Beck C., Pritchard W., Feil H. (1947)  
*Ventricular fibrillation of long duration abolished by electric shock*  
Journal of American Medical Association, 135(15): 985-986
  
15. Beckers S., Timmermann A., Müller M., Angstwurm M., Walcher F. (Mai 2009)  
*Undergraduate medical education in emergency medical care: a nationwide survey at German medical schools*  
BMC Emergency Medicine, 9:7
  
16. Benditt D., Goldstein M., Sutton R., Yannopoulos D. (Januar 2010)  
*Dispatcher-directed bystander initiated cardiopulmonary resuscitation: a safe step, but only a first step, in an integrated approach to improving sudden cardiac arrest survival*  
Circulation, 121(1): 10-13
  
17. Berg R., Otto C., Kern K., Sanders A., Hilwig R., Hansen K., et al. (Februar 1994)  
*High-dose epinephrine results in greater early mortality after resuscitation from prolonged cardiac arrest in pigs: a prospective, randomized study*  
Critical care medicine, 22(2): 282-290
  
18. Betz A., Callaway C., Hostler D., Rittenberger J. (November 2008).  
*Work of CPR during two different compression to ventilation ratios with real-time feedback*  
Resuscitation, 79(2): 278-282
  
19. Böttiger B., Arntz H., Chamberlain D., Bluhmki E., Belmans A., Danays T., et al. (Dezember 2008).  
*Thrombolysis during resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest*  
New England Journal of Medicine, 359(25): 2651-2662
  
20. Brailovsky C., Grand'Maison P. (2000)  
*Using Evidence to Improve Evaluation: A Comprehensive Psychometric Assessment of a SP-Based OSCE Licensing Examination (Abstract)*  
Advances in health science education:theory and practice, 5(3): 207-219

21. Brindley P., Markland D., Mayers I., Kutsogiannis D. (August 2000)  
*Predictors of survival following in-hospital adult cardiopulmonary resuscitation*  
Canadian Medical Association Journal, 167(4): 343-348
22. Bühner M. (2003)  
[http://www.tu-ilmeneau.de/fakmn/uploads/media/Kriterienkontrolle\\_und\\_Faktorenanalyse.pdf](http://www.tu-ilmeneau.de/fakmn/uploads/media/Kriterienkontrolle_und_Faktorenanalyse.pdf)  
Abgerufen am 16. Februar 2012
23. Burchard K., Rowland-Morin P., Coe N., Garb J. (November 1995)  
*A surgery oral examination: interrater agreement and the influence of rater characteristics (Abstract)*  
Academic medicine, 70(11): 1044-1046
24. Buunk G., van der Hoeven J., Meinders A. (August 1997)  
*Cerebrovascular reactivity in comatose patients resuscitated from a cardiac arrest*  
Stroke, 28(8): 1569-1573
25. Callahan M., Madsen C. (Mai 1996)  
*Relationship of timeliness of paramedic advanced life support interventions to outcome in out-of-hospital cardiac arrest treated by first responders with defibrillators*  
Annals of Emergency Medicine, 27(5): 638-648
26. Cavalli A. (Oktober 1999)  
*Commotio cordis: a precordial thump?*  
Heart, 82(4): 534
27. Cayla G., Macia J., Pasquie J. (März 2007)  
*Images in cardiovascular medicine. Precordial thump in the catheterization laboratory experimental evidence for commotio cordis*  
Circulation, 115(11): 115
28. Chenot J., Ehrhardt M. (2003)  
*Objective structured clinical examination (OSCE) in der medizinischen Ausbildung: Eine Alternative zur Klausur*  
Zeitschrift für Allgemeinmedizin, 79: 437-442
29. Chenot J., Altiner A., Ehrhardt M., Gulich M., & Schmittziel L. (2004)  
*Seminar Didaktik und Lehre der Vereinigung der Hochschullehrer und Lehrbeauftragten für Allgemeinmedizin*  
Zeitschrift für Allgemeinmedizin, 80: 82-84
30. Chumley H. (September 2008)  
*What does an OSCE checklist measure?*  
Family medicine, 40(8): 589-591

31. Cooper J., Grillo, H. (Dezember 1969)  
*Experimental production and prevention of injury due to cuffed tracheal tubes*  
Surgery, Gynecology & Obstetrics, 129(6): 1235–1241
  
32. Cooper JA., Cooper JD., Cooper JM. (Dezember 2006)  
*Cardiopulmonary Resuscitation; History, Current Practice, and Future Direction*  
Circulation, 114(25): 2839-2849
  
33. Coovadia H., Moosa A. (Mai 1985)  
*A comparison of traditional assessment with the objective structured clinical examination (OSCE).(Abstract)*  
South african medical journal, 67(20): 810-812
  
34. Cummins R., Chamberlain D., Abramson N., Allen M., Baskett P., Becker L., et al. (August 1991)  
*Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style*  
Annals of Emergency Medicine, 20(8): 861-874
  
35. Cummins R., Ornato J., Thies W., Pepe P. (Mai 1991)  
*Improving survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association*  
Circulation, 83(5): 1832-1847
  
36. Cuschieri A., Gleeson F., Harden R., Wood R. (September 1979)  
*A new approach to a final examination in surgery. Use of the objective structured clinical examination*  
Annals of the Royal College of Surgeons in England, 61(5): 400-405
  
37. **D**ane F., Russell-Lindgren K., Parish D., Durham M., Brown T. (September 2000)  
*In-hospital resuscitation: association between ACLS training and survival to discharge*  
Resuscitation, 47(1): 83-87
  
38. Davies C., Colquhoun M., Boyle R., Chamberlain D. (Oktober 2005)  
*A national programme for on-site defibrillation by lay people in selected high risk areas; initial results*  
Heart, 91(10): 1299-1302
  
39. De Maio V., Stiell I., Wells G., Spaite D. (August 2003)  
*Optimal defibrillation response intervals for maximum out-of-hospital cardiac arrest survival rates*  
Annals of Emergency Medicine, 42(2): 242-250

40. de Vreede-Swagemakers J., Gorgels A., Dubois-Arbouw W., Dalstra J., Daemen M., van Ree J., et al. (April 1998)  
*Circumstances and causes of out-of-hospital cardiac arrest in sudden death survivors*  
 Heart, 79(4): 356-361
41. Diack A., Welborn W., Rullman R., Walter C., Wayne M. (März - April 1979)  
*An automatic cardiac resuscitator for emergency treatment of cardiac arrest*  
 Medical Instrumentation, 13(2): 78-83
42. Dorph E., Wik L., Steen P. (April 2004)  
*Arterial blood gases with 700 ml tidal volumes during out-of-hospital CPR*  
 Resuscitation, 61(4): 23-27
43. Dumot J., Burval D., Sprung J., Waters J., Mraovic B., Karafa M., et al. (Juli 2001)  
*Outcome of adult cardiopulmonary resuscitations at a tertiary referral center including results of "limited" resuscitations*  
 Archives of Internal Medicine, 161(14): 1751-1758
44. **E**wy G., Zuercher M., Hilwig R., Sanders A., Berg R., Otto C., et al. (November 2007)  
*Improved neurological outcome with continuous chest compressions compared with 30:2 compressions-to-ventilations cardiopulmonary resuscitation in a realistic swine model of out-of-hospital cardiac arrest*  
 Circulation, 116(22): 2525-2530
45. **F**addy S., Powell J., Craig J. (Juli 2003)  
*Biphasic and monophasic shocks for transthoracic defibrillation: a meta analysis of randomized controlled trials*  
 Resuscitation, 58(1): 9-16
46. Fink K., Schwarz M., Feldbrügge L., Sunkomat J., Schwab T., Bourgeois N., et al. (2010)  
*Severe endothelial injury and subsequent repair in patients after successful cardiopulmonary resuscitation*  
 Critical care, 14(3):R104
47. Fox B. (Oktober 2010)  
*Assessing medical decision making using human patient simulation*  
 Family medicine, 42(9): 661-663
48. Fyntanidou B., Fortounis K., Amaniti K., Katsanoulas K., Mouloudi E., Grosomanidis V., et al. (August 2009)  
*The use of central venous catheters during emergency prehospital care: a 2-year experience*  
 European Journal of Emergency Medicine, 16(4): 194-198

49. **G**abrielli A., Layon A., Idris A. (2005)  
*Physiology of ventilation during cardiac arrest.*  
 P. M. Ornato JP, Cardiopulmonary Resuscitation (S. 41). Totowa, NJ: Humana Press
  
50. Gambassi G., Carbonin P. (September 1993)  
 Cardiopulmonary resuscitation. Bicarbonate is of no value  
 British Medical Journal, 307(6904): 627
  
51. Gräsner J., Messelken M., Fischer M., Jantzen T., Bahr J., Böttiger B., et al. (Oktober 2008)  
 The DGAI CPR registry - the datasets "hospital care" and "long-term process"  
*Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie (AINS)*, 43(10): 706-709
  
52. Gueugniaud P., et al. (Juli 2008)  
*Vasopressin and epinephrine vs. epinephrine alone in cardiopulmonary resuscitation*  
 New England journal of medicine, 359(1): 21-30
  
53. **H**anada H., Okumura K. (Oktober 2009)  
*From 4-links to 5-links of "chain of survival". Post-resuscitation care is critical for good neurological recovery*  
 Circulation Journal, 73(10): 1797-1798
  
54. Harden R., Stevenson M., Downie W., Wilson G. (Februar 1975)  
*Assessment of clinical competence using objective structured examination*  
 British Medical Journal, 1(5955): 447-451
  
55. Hatala R., Marr S., Cuncic C., Bacchus C. (Mai 2011)  
*Modification of an OSCE format to enhance patient continuity in a high-stakes assessment of clinical performance*  
 BMC medical education, 11:23
  
56. Head H. (1889)  
*On the regulation of respiration*  
*Journal of Physiology*, 1-153; 279-290.
  
57. Herlitz J., Engdahl J., Svensson L., Young M., Angquist K., Holmberg S. (Oktober 2003)  
*A short delay from out of hospital cardiac arrest to call for ambulance increases survival*  
 European Heart Journal, 24(19): 1750-1755
  
58. Herlitz J., Engdahl J., Svensson L., Young M., Angquist K., Holmberg S. (Oktober 2004)  
*Can we define patients with no chance of survival after out-of-hospital cardiac arrest?*  
 Heart, 90(10): 1114-1118

59. Herlitz J., Engdahl J., Svensson L., Young M., Angquist K., Holmberg S. (Februar 2004)  
*Is female sex associated with increased survival after out-of-hospital cardiac arrest?*  
*Resuscitation*, 60(2): 197-203
  
60. Holmberg M., Holmberg S., Herlitz J. (März 2001).  
*Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden*  
*European Heart Journal*, 22(6): 511-519
  
61. Holmes F. (1985)  
*Lavoisier and the Chemistry of Life: An Exploration of Scientific Creativity*  
 University of Wisconsin: The University of Wisconsin Press
  
62. Horner S. (September 1992)  
*Efficacy of intravenous magnesium in acute myocardial infarction in reducing arrhythmias and mortality. Meta-analysis of magnesium in acute myocardial infarction*  
*Circulation*, 86(3): 774-779
  
63. Hunziker S., Tschan F., Semmer N., Zobrist R., Spychiger M., Breuer M., et al. (Februar 2009)  
*Hands-on time during cardiopulmonary resuscitation is affected by the process of teambuilding: a prospective randomised simulator-based trial*  
*BMC emergency medicine*, 9:3
  
64. Hurt R. (Juli 2005)  
*Modern cardiopulmonary resuscitation - not so new after all*  
*Journal of the Royal Society of Medicine*, 98(7): 327-331
  
65. Iwami T., Nichol G., Hiraide A., Hayashi Y., Nishiuchi T., Kajino K., et al. (Februar 2009)  
*Continuous improvements in "chain of survival" increased survival after out-of-hospital cardiac arrests: a large-scale population-based study*  
*Circulation*, 119(5): 728-734
  
66. Kaltofen A., Lindner K., Ensinger H., Ahnefeld F. (Dezember 1990)  
*The modification of the potassium concentration in blood by catecholamines. A literature review*  
*Anästhesie, Intensivtherapie, Notfallmedizin*, 25(6): 405-410
  
67. Kaye P, O. I. (Juli 2002)  
*The role of magnesium in the emergency department*  
*Emergency medicine journal*, 19(4): 288-291
  
68. Kern K., Hilwig R., Berg R., Rhee K., Sanders A., Otto C., et al. (Juni 1997)  
*Postresuscitation left ventricular systolic and diastolic dysfunction. Treatment with dobutamine*  
*Circulation*, 95(12): 2610-2613

69. Kern K., Hilwig R., Berg R., Sanders A., Ewy G. (Februar 2002)  
*Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario*  
 Circulation, 105(5): 645-649
70. Kern K., Hilwig R., Rhee K., Berg R. (Juli 1996)  
*Myocardial dysfunction after resuscitation from cardiac arrest: an example of global myocardial stunning*  
 Journal of the American College of Cardiology, 28(1): 232-240
71. Kirton S., Kravitz L. (August 2011)  
*Objective Structured Clinical Examinations (OSCEs) Compared With Traditional Assessment Methods*  
 American journal of pharmaceutical education, 75(6):111
72. Kouwenhoven W., Jude J., Knickerbocker G. (Juli 1960)  
*Closed-chest cardiac massage*  
 Journal of the American Medical Association, 173: 1064–1067
73. Lai N., Sivalingam N., Ramesh J. (November 2007)  
*Medical students in their final six months of training: progress in self-perceived clinical competence, and relationship between experience and confidence in practical skills*  
 Singapore Med Journal, 48(11): 1018-1027
74. Larsen P., Perrin K., Galletly D. (Juni 2002)  
*Patterns of external chest compression*  
 Resuscitation, 53(3): 281 – 287
75. Laurent I., Monchi M., Chiche J., Joly L., Spaulding C., Bourgeois B., et al. (Dezember 2002)  
*Reversible myocardial dysfunction in survivors of out-of-hospital cardiac arrest*  
 Journal of the American College of Cardiology, 40(12): 2110-2116
76. Leeuwenburgh B., Versteegh M., Maas J., Dunning J. (Dezember 2008)  
*Should amiodarone or lidocaine be given to patients who arrest after cardiac surgery and fail to cardiovert from ventricular fibrillation?*  
 Interactive cardiovascular and thoracic surgery, 7(6): 1148-1151
77. Leidel B., Kirchhoff C., Bogner V., Stegmaier J., Mutschler W., Kanz K., et al. (Oktober 2009)  
*Is the intraosseous access route fast and efficacious compared to conventional central venous catheterization in adult patients under resuscitation in the emergency department? A prospective observational pilot study*  
 Patient safety in surgery, 3(1): 24
78. Lim S. (April-Juni 2007)  
*Approach to hyperkalemia*  
 Acta medica indonnesia, 39(2): 99-103

79. Lüllmann, H., Mohr, K., & Hein, L. (2006)  
*Pharmakologie und Toxikologie* (16. Auflage)  
Stuttgart: Georg Thieme Verlag
80. Lüscher F., Hunziker S., Gaillard V., Tschan F., Semmer N., Hunziker P., et al.  
(Januar 2010)  
*Proficiency in cardiopulmonary resuscitation of medical students at graduation: a simulator-based comparison with general practitioners*  
Swiss medical weekly, 40(3-4): 57-61
81. Mally S., Jelatancev A., Grmec S. (März 2007)  
*Effects of epinephrine and vasopressin on end-tidal carbon dioxide tension and mean arterial blood pressure in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: an observational study*  
Critical care, S. 11(2):R39
82. Matsusaka T., Hasebe N., Jin Y., Kawabe J., Kikuchi K. (Juni 2002)  
*Magnesium reduces myocardial infarct size via enhancement of adenosine mechanism in rabbits*  
Cardiovascular research , 54(3): 568-575
83. Menges J., Crown L. (Sommer 2005)  
*Doctor, which kind of blade do you want to use now?*  
American Journal of Clinical Medicine, 2(2): 15-19
84. Meybohm P., Gruenewald M., Zacharowski K., Albrecht M., Lucius R., Fösel N., et al. (2010)  
*Mild hypothermia alone or in combination with anesthetic post-conditioning reduces expression of inflammatory cytokines in the cerebral cortex of pigs after cardiopulmonary resuscitation*  
Critical Care, 14(1):R21
85. Miller G. (1990)  
*The assessment of clinical skills/ competence/ performance*  
Academic medicine, 65(9): 563-567
86. Miotto H., Camargos F., Ribeiro C., Goulart E., Moreira M. (August 2010)  
*Effects of the use of theoretical versus theoretical-practical training on CPR*  
Arquivos brasileiros de cardiologia, 95(3): 328-331
87. Mitka M. (Mai 2003)  
*Peter J. Safar, MD; Father of CPR, Innovator, Teacher, Humanist*  
Journal of American Medical Association, 289(19): 2485-2486
88. Müllner M., Sterz F., Binder M., Hellwagner K., Meron G., Herkner H., et al.  
(Januar 1996)  
*Arterial blood pressure after human cardiac arrest and neurological recovery*  
Stroke, 27(1): 59-62

89. Müllner M., Sterz F., Binder M., Schreiber W., Deimel A., Laggner A. (April 1997).  
*Blood glucose concentration after cardiopulmonary resuscitation influences functional neurological recovery in human cardiac arrest survivors*  
Journal of cerebral blood flow and metabolism, 17(4): 430-436
90. **N**akagawa Y., Inokuchi S., Morita S., Akieda K., Kaji A., Komine T., et al.  
(September 2010)  
*Accuracy of pulse checks in terms of basic life support by lifesavers, as lay persons*  
Circulation Journal, 74(9): 1895-1899
91. Neumar R., Nolan J., Adrie C., Aibiki M., Berg R., Böttiger B., et al. (Dezember 2008)  
*Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation*  
Circulation, 118(23): 2452-2483
92. Newble D., Hoare J., Sheldrake P. (September 1980)  
*The selection and training of examiners for clinical examinations (Abstract)*  
Medical education, 14(5): 345-349
93. Nolan J. (2005)  
*European Resuscitation Council - Guidelines.*  
Resuscitation, 67S1: 1-190
94. Nolan J., Morley P., Vanden Hoek T., Hickey R., Kloeck W., Billi J., et al. (Juli 2003)  
*Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. An advisory statement by the Advanced Life Support Task Force of the International Committee on Resuscitation*  
Circulation, 108(1): 118-121
95. Nolan J., Soar J., Zideman D., Biarent D., Bossaert, L., et al. (November 2010)  
ERC Leitlinien  
*Notfall + Rettungsmedizin (7), 515-744*
96. **O**lasveengen T., Sunde K., Brunborg C., Thowsen J., Steen P., Wik L.  
(November 2009)  
*Intravenous drug administration during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial*  
Journal of the American Medical Association, 302(20): 2222-2229
97. Ornato J. (März 2008)  
*Optimal vasopressor drug therapy during resuscitation*  
Critical care, 12(2): 123

98. **P**aradis N., Martin G., Rivers E., Goetting M., Appleton T., Feingold M., et al. (Februar 1990)  
*Coronary perfusion pressure and the return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation*  
 Journal of the American Medical Association, 263(8): 1106-1113
99. Pell J., Sirel J., Marsden A., Ford I., Walker N., Cobbe S. (August 2003)  
*Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology*  
 Heart, 89(8): 839-842
100. **R**au T., Fegert J., Liebhardt H. (2011).  
*How high are the personnel costs for OSCE? A financial report on management aspects*  
 GMS Zeitschrift für medizinische Ausbildung, 28(1): Doc 13
101. Rea T., Eisenberg M., Culley L., Becker L. (November 2001)  
*Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest*  
 Circulation, 104(21): 2513-2516
102. Rivers E., Wortsman J., Rady M., Blake H., McGeorge F., Buderer N. (November 2004)  
*The effect of the total cumulative epinephrine dose administered during human CPR on hemodynamic, oxygen transport, and utilization variables in the postresuscitation period*  
 Chest, 106(5): 1499-1507
103. **S**afar P., Brown T., Holtey W. (Januar 1962)  
*Failure of closed chest cardiac massage to produce pulmonary ventilation*  
 Diseases of the chest, 41: 1-8
104. Safar P., Escarraga L., Chang F. (September 1959)  
*Upper airway obstruction in the unconscious patient*  
 Journal of applied physiology, 14: 760–764
105. Safdieh J., Lin A., Aizer J., Marzuk P., Grafstein B., Storey-Johnson C., et al. (Januar 2011)  
*Standardized patient outcomes trial (SPOT) in neurology*  
 Medical Education Online , 16. doi: 10.3402/meo.v16i0.5634
106. Sanders A., Berg R., Burress M., Genova R., Kern K., Ewy G. (Januar 1994)  
*The efficacy of an ACLS training program for resuscitation from cardiac arrest in a rural community*  
 Annals of Emergency Medicine, 13(1): 56-59
107. Sands R., Bacon D. (April 1998)  
*An inventive mind: the career of James O. Elam, M.D. (1918-1995). (S. U. Department of Anesthesiology, Hrsg.)*  
 Anesthesiology, 23(1): 1107-1112

108. Scheele, C. (1777)  
*Chemische abhandlung von der luft und dem feuer.*  
Leipzig: Magn. Swederus
109. Schneider A., Böttiger B., Popp E. (März 2009)  
*Cerebral resuscitation after cardiocirculatory arrest*  
*Anaesthesia and analgesia*, 108(3): 971-979
110. Schultz J., Nikendei C., Weyrich P., Möltner A., Fischer M., Jünger J. (2008)  
*Qualitätssicherung von Prüfungen am Beispiel des OSCE-Prüfungsformats: Erfahrungen der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg*  
Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen , 102(10): 668-672
111. Simmenroth-Nayda A., Fischer T., Hermann-Lingen C., Wetzel D., Chenot J., Staats H., et al. (2003)  
*Medizinische Basisfähigkeiten- ein Unterrichtskonzept im Rahmen der neuen Approbationsordnung*  
Zeitschrift für Allgemeinmedizin, 79: 432-436
112. Sloan D., Donnelly M., Schwartz R., Strodel W. (Dezember 1995)  
*The Objective Structured Clinical Examination. The new gold standard for evaluating postgraduate clinical performance*  
Annals of surgery, 222(6): 735-742
113. Spöhr F., Böttiger B. (Juni 2005)  
*Thrombolytics in CPR. Current advantages in cardiopulmonary resuscitation*  
Minerva Anesthesiologica, 71(6): 291-296
114. Srinivasan V., Morris M., Helfaer M., Berg R., Nadkarni V. (Mai 2008)  
*Calcium use during in-hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation: a report from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation*  
Pediatrics, 121(5): 1144-1151
115. Stiegler I., Falck-Ytter Y., Hupe K. (1993)  
*Beurteilung klinischer Fertigkeiten mit dem OSCE-Verfahren*  
GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung , 10: 48-55
116. Stiell I., Nichol G., Wells G., De Maio V., Nesbitt L., Blackburn J., et al. (Oktober 2003)  
*Health-related quality of life is better for cardiac arrest survivors who received citizen cardiopulmonary resuscitation*  
Circulation, 108(16): 1939-1944
117. **T**ang W., Weil M., Sun S., Povoas H., Klouche K., Kamohara T., et al. (September 2001)  
*A comparison of biphasic and monophasic waveform defibrillation after prolonged ventricular fibrillation*  
Chest, 120(3): 948-954

118. Taw R. (Dezember 1991)  
*Dr. Friedrich Maass: 100th anniversary of "new" CPR*  
 Clinical Cardiology, 14(12): 1000–1002
119. Tennyson H., Kern K., Hilwig R., Berg R., Ewy G. (Juli 2002)  
*Treatment of post resuscitation myocardial dysfunction: aortic counterpulsation versus dobutamine*  
 Resuscitation, 54(1): 69-75
120. Thierbach A., Piepho T., Kunde M., Wolcke B., Golecki N., Kleine-Weischede B., et al. (Mai 2005)  
*Two-rescuer CPR results in hyperventilation in the ventilating rescuer*  
 Resuscitation, 65(2): 185-190
121. Thierbach A., Wolcke B., Krummenauer F., Kunde M., Jänig C., Dick W. (Juni 2003)  
*Artificial ventilation for basic life support leads to hyperventilation in first aid providers*  
 Resuscitation, 57(3): 269-277
122. Tossach W. (1752)  
*A man dead in appearance recovered by distending the lungs with air*  
 In *Medical Essays and Observations* (S. 108 - 111)  
 Edinburgh: Hamilton, Balfour & Neill
123. Tsagakataki M., Levine A., Strang T., Dunning J. (Mai 2008)  
*Should adrenaline be routinely used by the resuscitation team if a patient suffers a cardiac arrest shortly after cardiac surgery?*  
 Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery, 7(3) 457-462
124. Tudeviver F., Rose D., Banks B., Pfortmiller D. (Februar 2009)  
*Reliability and validity testing of an evidence-based medicine OSCE station*  
 Family Medicine, 7(3): 89-91
125. **V**an den Berghe G., Wilmer A., Hermans G., Meersseman W., Wouters P., Milants I., et al. (Februar 2006).  
*Intensive insulin therapy in the medical ICU*  
 New England Journal of Medicine, 354(5): 449-461
126. van den Berghe G., Wouters P., Weekers F., Verwaest C., Bruyninckx F., Schetz M., et al. (November 2001)  
*Intensive insulin therapy in the critically ill patients*  
 New England Journal of Medicine, 345(19): 1359-1367
127. **W**ass V., Van der Vleuten C., Shatzer J., Jones R. (24. März 2001)  
*Assessment of clinical competence*  
 Lancet, 357(9260): 945-949

128. Waterston T., Cater J., Mitchell R. (Dezember 1980)  
*An objective undergraduate clinical examination in child health*  
 Archives of disease in childhood, 55(12): 917-922
129. Weil M., Trevino R., Rackow E. (Oktober 1985)  
*Sodium bicarbonate during CPR. Does it help or hinder?*  
 Chest, 88(4): 487
130. Wenzel V., Krismer A., Arntz H., Sitter H., Stadlbauer K., Lindner K. (Januar 2004)  
*A comparison of vasopressin and epinephrine for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation*  
 New England Journal of Medicine, 350(2): 105-113
131. West J. (August 2005)  
*The physiological challenges of the 1952 Copenhagen poliomyelitis epidemic and a renaissance in clinical respiratory physiology*  
 Journal of applied physiology, 99(2): 424–432
132. White L., Rogers J., Bloomingdale M., Fahrenbruch C., Culley L., Subido C., et al. (Januar 2010)  
*Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest*  
 Circulation, 121(1): 91-97
133. Wik L., Kramer-Johansen J., Myklebust H., Sørebo H., Svensson L., Fellows B., et al. (Januar 2005)  
*Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest*  
 Journal of American Medical Association, 293(3): 299 – 304
134. Wilkinson T., Frampton C. (Oktober 2004)  
*Comprehensive undergraduate medical assessments improve prediction of clinical performance. (Abstract)*  
 Medical education , 38(10): 1111-1116
135. Wilkinson T., Frampton C., Thompson-Fawcett M., Egan T. (Februar 2003)  
*Objectivity in objective structured clinical examinations: checklists are no substitute for examiner commitment*  
 Academic medicine, 78(2): 219-223
136. Woodall J., McCarthy M., Johnston T., Tippet V., Bonham R. (Februar 2007)  
*Impact of advanced cardiac life support-skilled paramedics on survival from out-of-hospital cardiac arrest in a statewide emergency medical service*  
 Emergency Medicine Journal, 24(2): 134-138
137. **Y**u T., Weil M., Tang W., Sun S., Klouche K., Povoas H., et al. (Juli 2002)  
*Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation*  
 Circulation, 106(3): 368-372

138. **Z**einer A., Holzer M., Sterz F., Behringer W., Schörkhuber W., Müllner M., et al. (Januar 2000)  
*Mild resuscitative hypothermia to improve neurological outcome after cardiac arrest. A clinical feasibility trial*  
Stroke, 31(1): 86-94
139. Zoll P., Linenthal A., Gibson W., Paul M., Norman L. (April 1956)  
*Termination of ventricular fibrillation in man by externally applied electric countershock*  
New England Journal of Medicine, 254(16): 727-732

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Basic Life Support – Algorithmus nach den ERC Leitlinien 2010.....	12
Abbildung 2: Advanced Life Support – Algorithmus nach den ERC Leitlinien 2010.....	19
Abbildung 3: Mega-Code-Algorithmus Herz-Kreislauf-Stillstand nach den ERC Leitlinien 2010 .....	20
Abbildung 4: modifizierte "chain of survival".....	25
Abbildung 5: Kompetenzpyramide nach Miller (modifiziert).....	29
Abbildung 6: BLS-Punktzahl der Studenten (Histogramm) .....	51
Abbildung 7: BLS-Punktzahl der Studenten (Boxplot).....	52
Abbildung 8: Punkte für den BLS-Diagnostikblock der Studenten.....	53
Abbildung 9: Punkte für die BLS-Herzdruckmassage der Studenten .....	54
Abbildung 10: ALS-Punktzahl der Studenten (Histogramm) .....	55
Abbildung 11: ALS-Punktzahl der Studenten (Boxplot).....	56
Abbildung 12: Helferwechsel der Studenten (Histogramm) .....	58
Abbildung 13: Helferwechsel der Studenten (Boxplot).....	58
Abbildung 14: Atemwegsmanagement der Studenten (Histogramm) .....	59
Abbildung 15: Atemwegsmanagement der Studenten (Boxplot) .....	60
Abbildung 16: Differentialdiagnosen der Studenten (Histogramm) .....	61
Abbildung 17: Differentialdiagnosen der Studenten (Boxplot).....	61
Abbildung 18: Rollenverständnis der Studenten (Boxplot).....	62
Abbildung 19: Defibrillation und Monitoring durch die Studenten (Histogramm).....	63
Abbildung 20: Medikamentengabe durch die Studenten (Histogramm).....	64
Abbildung 21: Medikamentengabe durch die Studenten (Boxplot) .....	65
Abbildung 22: Gesamtpunktzahl der Studenten (Histogramm).....	66
Abbildung 23: Gesamtpunktzahl der Studenten (Boxplot) .....	67
Abbildung 24: BLS- Punktzahl der Vergleichsgruppe 1 (Histogramm) .....	68
Abbildung 25: BLS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 1 (Boxplot) .....	69
Abbildung 26: Punkteverteilung der Prüfungsteams aus der Vergleichsgruppe 1 [max. mögliche Punkte: Basispunkte = 70, Helferwechsel = 16, Atemwegssicherung = 30, Differentialdiagnosen = 20, Rollenverständnis = 30, EKG & Defibrillation = 54, Zugang & Medikamente=20] .....	71
Abbildung 27: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 1 (Boxplot).....	73
Abbildung 28: BLS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Histogramm) .....	74
Abbildung 29: BLS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Boxplot) .....	75

Abbildung 30: Punkteverteilung der Prüfungsteams aus der Vergleichsgruppe 2 [max. mögliche Punkte: Basispunkte = 70, Helferwechsel = 16, Atemwegssicherung = 30, Differentialdiagnosen = 20, Rollenverständnis = 30, EKG & Defibrillation = 54, Zugang & Medikamente=20] .....	77
Abbildung 31: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Histogramm) .....	79
Abbildung 32: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 2 (Boxplot) .....	80
Abbildung 33: Gesamtpunktzahl aller Ärzte im Überblick (Histogramm) .....	81
Abbildung 34: Gesamtpunktzahl aller Ärzte im Überblick (Boxplot) .....	82
Abbildung 35: Vergleich der BLS-Punktzahlen zwischen den Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen.....	84
Abbildung 36: Vergleich der Punkte für den Diagnostikblock des BLS zwischen den Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen.....	85
Abbildung 37: Vergleich der Punkte für die Herzdruckmassage im Rahmen des BLS zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen.....	86
Abbildung 38: Vergleich der Punkte für den ALS zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen.....	88
Abbildung 39: Punkteverteilung der ALS Teilbereiche im Vergleich zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen.....	89
Abbildung 40: Vergleich der Gesamtpunktzahlen zwischen Studenten und den ärztlichen Vergleichsgruppen.....	91
Tabelle 1: Arbeitsaufwand für verschiedene Prüfungsformen nach Chenot 2004 .....	33
Tabelle 2: Punkte für ALS der Vergleichsgruppe 1 .....	70
Tabelle 3: Gesamtpunktzahl der Vergleichsgruppe 1 .....	72
Tabelle 4: ALS-Punktzahl der Vergleichsgruppe 2.....	76
Tabelle 5: Reliabilitäten der Studiengruppen.....	93
Tabelle 6: Mann-Whitney-Test Ränge (Studenten & Vergleichsgruppe 1) .....	95
Tabelle 7: Mann-Whitney-Test Statistik (Studenten & Vergleichsgruppe 1) .....	95
Tabelle 8: Mann-Whitney-Test Ränge (Studenten & Vergleichsgruppe 2) .....	95
Tabelle 9: Mann-Whitney-Test Statistik (Studenten & Vergleichsgruppe 2) .....	96
Tabelle 10: Mann-Whitney-Test Ränge (Vergleichsgruppen 1 & 2).....	96
Tabelle 11: Mann-Whitney-Test Statistik (Vergleichsgruppen 1 & 2).....	97

## 9. Abkürzungsverzeichnis

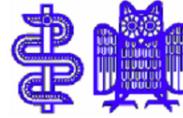
AED	Automatisierter externer Defibrillator
AHA	American Heart Association
ALS	Advanced Life Support
ASY	Asystolie
BIG	Bone Injection Gun
BLS	Basic Life Support
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation
DO <sub>2</sub>	Sauerstoffangebot
EKG	Elektrokardiogramm
ERC	European Resuscitation Council
FiO <sub>2</sub>	inspiratorische Sauerstoff-Fraktion
IE	Internationale Einheit
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
ILS	Immediate Life Support
i.o.	intraossär
i.v.	intravenös
KG	Körpergewicht
MCQ	Multiple Choice Question
OSCE	Objective structured clinical examination
PCO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid-Partialdruck
PEA	pulslose elektrische Aktivität
pVT	pulslose ventrikuläre Tachykardie
ROSC	Return of Spontaneous Circulation
VF	Ventricular Fibrillation
VO <sub>2</sub>	Sauerstoffaufnahme

# 10. Anhang

## UNIVERSITÄTSKLINIKUM DES SAARLANDES

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin  
und Schmerztherapie

Direktor: Prof. Dr. med. T. Volk



Datum: \_\_\_\_\_

### Objektive Beurteilung der Reanimation

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr. \_\_\_\_\_

Veranstaltung: \_\_\_\_\_

1. Prüfer: \_\_\_\_\_

2. Prüfer: \_\_\_\_\_

3. Prüfer: \_\_\_\_\_

Einzelbewertung BLS 60 Punkte		Gruppenbewertung ALS 240 Punkte	
Punkte	Note	Punkte	Note
55 - 60	1	220 - 240	1
48 - 54	2	192 - 219	2
41 - 47	3	164 - 191	3
34 - 40	4	136 - 163	4
27 - 33	5	81 - 135	5
< 27	6	< 80	6

Einzelbewertung: \_\_\_\_ Punkte

Einzelbewertung: Note: \_\_\_\_ Gruppenbewertung: Note: \_\_\_\_

Gesamtnote: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Kursleiter

### Basic Life Support

Situation: Patient mit Kammerflimmern. Ein-Helfer allein

#### Auffinden, Feststellen der Vitalparameter

	4	2	0
Feststellen des Bewusstseins	- Ansprechen - Schulter schütteln	- nur ansprechen - nur Schulter schütteln	keine Bewusstseinskontrolle
Hilferuf	- eine Person ruft um Hilfe		- kein Hilferuf
Atemwege freimachen	- Kopf überstrecken - Anheben des Kinns oder Esmarch-Handgriff	- nur Kopf überstrecken - nur Anheben des Kinns oder Esmarch-Handgriff	kein Freimachen der Atemwege
Zeit bis Feststellen der Atmung fertig	0 – 10 sec	10 – 20 sec	> 20 sec
Feststellung der Atmung	- hören, - fühlen	- nur hören - nur fühlen	keine Atmungskontrolle
Feststellen des Blutkreislaufs	- Pulstasten A. carotis - max. 10 sec	- nicht korrektes Pulstasten -> 10 sec	keine Pulskontrolle

#### Herz-Druck-Massage

	4	2	0
Prozent korrekter Druckpunkt	- 80 -100%	- 40 – 80 %	< 40%
Durchschnittsdruckfrequenz	100 - 120 /min	- 80 – 99 /min - 121 – 140 /min	- < 80 /min - > 140 /min
Durchschnittsdrucktiefe	38 - 52 mm	- 30 - 37 mm - 53 - 60 mm	- < 30 mm - > 60 mm
Prozent der Drücke mit falscher Handhaltung (wrong hand position)	0 - 33 %	33 – 66 %	> 66 %
Prozent der Drücke mit nicht voller Entlastungsphase (incomplete release)	0 – 33 %	33- 66 %	> 66 %

#### Beatmung

	6	3	0
Durchschnittsatemvolumen (Atemzugvolumen)	500 – 600 ml	- 300 - 500 ml - 600 - 900 ml	keine Beatmung oder weniger als 300 ml

#### Kompression-Ventilationsverhältnis

	10	5	0
Prozent Kompressions-Ventilationsverhältnis 30 : 2	- 80 – 100 %	- 40 – 80%	0 – 40%

Gesamtpunktzahl: \_\_\_\_\_ von 60

### Advanced Life Support

Situation: Patient mit Kammerflimmern. 3 Prüflinge: Rollendefinition soll erfolgen. Hilfsmittel: EKG, Defibrillator (MRX, Firma Phillips), Notfallrucksack mit Intubationsbesteck, i.v.-Kanülen, Infusionen, Infusionsbesteck, Spritzen 10 ml und 2 ml, 10 Adrenalin-Ampullen, 10 Ampullen Atropin, 5 Ampullen Amiodaron

#### Basispunkte

	10	0
Anlage EKG		
Defibrillation		
i.v.-Zugang		
Herz-Druckmassage		
Beatmung		
Helferwechsel		
Rollenverteilung eindeutig		

Gesamtbasispunkte: \_\_\_\_ von 70

#### Helferwechsel

	2	1	0
Anordnung zum Helferwechsel	erfolgt	-	nicht erfolgt
1. HDM-Helferwechsel	2 min	2 – 3 min	> 3 min
Anordnung zum Helferwechsel	erfolgt	-	nicht erfolgt
2. HDM-Helferwechsel	2 min	2 – 3 min	> 3 min
Anordnung zum Helferwechsel	erfolgt	-	nicht erfolgt
3. HDM-Helferwechsel	2 min	2 – 3 min	> 3 min
Anordnung zum Helferwechsel	erfolgt	-	nicht erfolgt
4. HDM-Helferwechsel	2 min	2 – 3 min	> 3 min

Punkte Helferwechsel: \_\_\_\_ von 16

#### Sicherung des Atemwegs:

	10	5	0
Sauerstoff an Beatmungsbeutel angeschlossen	< 2 min	2 – 3 min	> 3 min oder gar nicht
Endotracheale Intubation oder alternative Atemwegssicherung (LMA, LT, Kombitubus)	- erfolgreich	- versucht, aber nicht erfolgreich	- kein Versuch der Atemwegssicherung
Unterbrechung der HDM für Intubation	< 30 sec	30 – 60 sec	> 60 sec

Punkte Sicherung des Atemwegs: \_\_\_\_ von 30

**Differentialdiagnosen**

	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
6 Hs: Hypoxie, Hypovolämie, Hyperkaliämie, Hypokaliämie, Hypothermie, Herzbeuteltamponade	- 5 – 6 werden besprochen	- 2, 3 oder 4 werden besprochen	- 0 -1 werden besprochen
ITS: Intoxikation, Infarkt, Trauma, Thromboembolie, Spannungspneumothorax Säure-Basen-Störung	- 5 – 6 werden besprochen	- 2, 3 oder 4 werden besprochen	- 0 – 1 werden besprochen

**Punkte Differentialdiagnosen: \_\_\_\_\_ von 20**

**Rollenverständnis eingehalten**

	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
Arzt	ja	teilweise	nein
Helfer 1	ja	teilweise	nein
Helfer 2	ja	teilweise	nein

**Gesamtpunktzahl Rollenverständnis: \_\_\_\_\_ von 30**

**Welche Note (von 1 bis 4, 1 ist sehr gut) geben Sie sich für das Bearbeiten des Szenarios:**

<b>Eigeneinschätzung</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
für die Herzdruckmassage und Defibrillation				
für die Helferwechsel				
für die Atemwegssicherung				
für die Kommunikation untereinander				
als Gesamturteil				

**Herzdruckmassage, EKG, Monitoring und Defibrillation:**

	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
EKG-Anlage	< 2 min nach Auffinden	2 – 3 min nach Auffinden	> 3 min nach Auffinden
Anordnung zur 1. Defibrillation	erfolgt	-	nicht erfolgt
Dauer der 1. Rhythmusanalyse (Zeit)	< 20 sec	20 – 30 sec	> 30 sec
1. Defibrillation (Zeit nach Auffinden)	< 3 min	innerhalb 3 – 4 min	> 4 min
Defibrillation (Energie) 1	200 Joule biphasisch	150 – 200 Joule biphasisch	< 150 Joule biphasisch
Defibrillation (Sicherheit) 1	- laute Warnung an alle Beteiligten - Kontrollblick vor Defibrillation	- nur laute Warnung an alle Beteiligten - nur Kontrollblick vor Defibrillation	keine Warnung und kein Kontrollblick
HDM-Fortsetzung 1	sofortige Fortsetzung der HDM nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach < 20 sec nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach > 20 sec nach Defibrillation
2. Defibrillation (Zeitpunkt)	nach 5 Zyklen CPR	nach 4 oder 6 Zyklen CPR	unkoordiniert
Anordnung zur 2. Defibrillation	erfolgt	-	nicht erfolgt
Dauer der 2. Rhythmusanalyse (Zeit)	< 20 sec	20 – 30 sec	> 30 sec
Defibrillation (Energie) 2	200 Joule biphasisch	150 – 200 Joule biphasisch	< 150 Joule biphasisch
Defibrillation (Sicherheit) 2	- laute Warnung an alle Beteiligten - Kontrollblick vor Defibrillation	- nur laute Warnung an alle Beteiligten - nur Kontrollblick vor Defibrillation	keine Warnung und kein Kontrollblick
HDM-Fortsetzung 2	sofortige Fortsetzung der HDM nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach < 20 sec nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach > 20 sec nach Defibrillation
3. Defibrillation (Zeitpunkt)	nach 5 Zyklen CPR	nach 4 oder 6 Zyklen CPR	unkoordiniert
Anordnung zur 3. Defibrillation	erfolgt	-	nicht erfolgt
Dauer der 3. Rhythmusanalyse (Zeit)	< 20 sec	20 – 30 sec	> 30 sec
Defibrillation (Energie) 3	200 Joule biphasisch	150 – 200 Joule biphasisch	< 150 Joule biphasisch
Defibrillation (Sicherheit) 3	- laute Warnung an alle Beteiligten - Kontrollblick vor Defibrillation	- nur laute Warnung an alle Beteiligten - nur Kontrollblick vor Defibrillation	keine Warnung und kein Kontrollblick
HDM-Fortsetzung 3	sofortige Fortsetzung der HDM nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach < 20 sec nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach > 20 sec nach Defibrillation
4. Defibrillation (Zeitpunkt)	nach 5 Zyklen CPR	nach 4 oder 6 Zyklen CPR	unkoordiniert
Anordnung zur 4. Defibrillation	erfolgt	-	nicht erfolgt

Defibrillation			
Dauer der 4. Rhythmusanalyse (Zeit)	< 20 sec	20 – 30 sec	> 30 sec
Defibrillation (Energie) 4	200 Joule biphasisch	150 – 200 Joule biphasisch	< 150 Joule biphasisch
Defibrillation (Sicherheit) 4	- laute Warnung an alle Beteiligten - Kontrollblick vor Defibrillation	- nur laute Warnung an alle Beteiligten - nur Kontrollblick vor Defibrillation	keine Warnung und kein Kontrollblick
HDM-Fortsetzung 4	sofortige Fortsetzung der HDM nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach < 20 sec nach Defibrillation	Fortsetzung der HDM nach > 20 sec nach Defibrillation
Erfolgskontrolle des Sinusrhythmus (Zeitpunkt)	nach 5 CPR-Zyklen	nach 1 – 5 Zyklen	sofort
Erfolgskontrolle	- Pulstasten an korrekter Stelle - max. 10 sec	- nicht korrektes Pulstasten - > 10 sec	keine Pulskontrolle

**Punkte Defibrillation: \_\_\_\_\_ von 54**

**Intravenöser Zugang und Medikamente**

	2	1	0
IV-Zugang (Zeit nach Auffinden)	< 5 min	5 – 7 min	> 7 min oder kein i.v.-Zugang
Anordnung zur Adrenalin-Gabe	erfolgt	-	nicht erfolgt
Adrenalin-Vorbereitung (Dosis)	1 mg	> 1 mg oder < 1 mg	kein Suprarenin
Adrenalin-Nachbereitung	- 20 ml kristalloide Lsg nachgespült und - Arm hochgehalten	- 20 ml kristalloide Lsg nachgespült oder - Arm hochgehalten	- kein Nachspülen - kein Hochhalten des Armes
Ausführung	Ausführung wird bestätigt		Ausführung wird nicht bestätigt
Zeitpunkt erster Adrenalin-Gabe	- zwischen 3.- und 4. Defibrillation	- zwischen 2. und 3. oder 4. und 5.	- vor 2. oder nach der 5. Defibrillation
Anordnung zur Amiodaron-Gabe	erfolgt	-	nicht erfolgt
Amiodaron-Vorbereitung (Dosis)	300 mg	150 – 600 mg	kein Amiodaron
Amiodaron-Nachbereitung	- 20 ml kristalloide Lsg nachgespült und - Arm hochgehalten	- 20 ml kristalloide Lsg nachgespült oder - Arm hochgehalten	- kein Nachspülen - kein Hochhalten des Armes
Ausführung	Ausführung wird bestätigt		Ausführung wird nicht bestätigt

**Gesamtpunktzahl Intravenöser Zugang und Medikamentengabe: \_\_\_\_\_ von 20**

## 11. Danksagung

An dieser Stelle danke ich allen Menschen, die mir mit ihrer Unterstützung meine Dissertation erst ermöglicht haben.

Dr. Marc Wrobel möchte ich für die Überlassung des Themas, sowie für seine tatkräftige Unterstützung danken. Als mein Betreuer war er immer für Fragen offen und zeigte sich als treibende Kraft hinter der Planung und praktischen Durchführung. In der Endphase der Dissertation war Priv. Doz. Dr. med. Darius Kubulus ein verlässlicher Betreuer und Ansprechpartner meiner Arbeit und gab wichtige Impulse in diesem Abschnitt. Weiterhin gilt meine Anerkennung den Leistungen des Teams des Simulatorzentrums am Universitätsklinikum des Saarlandes, deren Arbeit Grundlage für diese Studie ist.

Meiner Mutter möchte ich für ihre langjährige Unterstützung danken, ohne die mein Studium und somit auch vorliegende Dissertation nicht möglich gewesen wären.

Zu guter Letzt denke ich in tiefster Dankbarkeit an meine langjährige Lebenspartnerin Julia Marchel, die mir mit aller Kraft stets den Rücken freihält. Unseren beiden Töchter Isabella und Sophie schließe ich mit ein, da sie mir gezeigt haben und immer wieder zeigen, was das Leben wirklich bedeutet.

## 12. Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name	Matthias Müller
Adresse	Johannes – Bossung Str.1 66450 Bexbach
Familienstand	feste Lebenspartnerschaft 2 Töchter (geboren 2010 & 2011)
Staatsangehörigkeit	deutsch
Geburtsdatum	21.02.1982
Geburtsort	Wismar

### Schulbildung

1988 – 1990	Ernst-Thälmann Schule (Wismar)
1990 – 1992	Ostsee-Grundschule (Wismar)
1992 – 1993	Gerhard-Hauptmann-Gymnasium (Wismar)
1993 – 1994	Orientierungsstufe Camper Höhe (Stade)
1994 – 1995	Athenäum (Stade)
1995 – 1996	Realschule Timm-Kröger-Str. (Stade)
1996 – 1999	Geestlandschule (Fredenbeck)
1999 – 2002	Vincent-Lübeck-Gymnasium (Stade)

### Zivildienst

2002 – 2003	DRK Wohnheim (Fredenbeck)
-------------	---------------------------

## **Studium**

- 2007 Beginn der Studiums der Humanmedizin an der  
Universität des Saarlandes  
Universitätsklinikum des Saarlandes in  
Homburg/Saar
- 2009 Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung

## **Ausbildung, Praktika und Berufserfahrung**

- 1998 Debis Systemhaus (Hamburg)  
Schulpraktikum im Bereich Fachinformatik und IT-  
Systemelektronik
- 2000 Elbeklinikum Stade  
Schulpraktikum in der Fachabteilung Pathologie
- 2004 DRK – Bildungszentrum Schlump (Hamburg) und  
Sanitätsschule Nord (Hutzfeld)  
Ausbildung zum Rettungssanitäter
- 2004 Elbeklinikum Stade  
Ausbildungspraktikum in den Fachabteilungen  
Anästhesiologie, medizinische Intensivstation und  
der zentralen Notaufnahme
- 2004 DRK Lehrrettungswache (Stade)  
Ausbildungspraktikum
- 2005 – 2006 DRK Langzeiteinrichtung (Stade)  
Betreuung und Pflege multipel geistig und  
körperlich behinderter Personen
- 2007 DRK Rettungsdienst (Stade)  
Hauptamtlicher Rettungssanitäter
- 2008 Universitätsklinikum des Saarlandes (Homburg)  
Pflegepraktikum in der Klinik für Strahlentherapie  
und Radioonkologie
- 2010 Elbeklinikum Stade  
Famulatur in der Fachabteilung für  
Anästhesiologie und operative Intensivmedizin

- 2011 Elbeplinikum Stade  
Famulatur in der Inneren Medizin, Abteilung für  
Kardiologie
- 2011 Elbeplinikum Stade  
Famulatur in der internistischen Intensivstation
- 2012 Praxis Dipl. med. Müller & Dr. med Siegler  
Famulatur in der praktischen Gynäkologie