

---

Aus der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. H. Wulf

Des Fachbereich Humanmedizin der Philipps – Universität zu Marburg

Und des Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg

## **Dissertation**

**Verkürzung der Zeitintervalle bis zur Erstdefibrillation und  
Intubation bei der kardiopulmonalen Reanimation durch ein  
Ventilations- Kompressionsverhältnis von 5:50 statt 2:15  
– eine kontrollierte Studie der Arbeitsabläufe unter Basic Life  
Support am Modell**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

Dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

Vorgelegt von

**Matthias Giesel**  
aus Berlin

Marburg 2005

---

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps – Universität Marburg

Am 15.09.2005

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

**Dekan:** Prof. Dr. Maisch

**Referent:** Prof. Dr. Wulf

**Co-Referent:** Prof. Dr. Grimm

## Inhaltsverzeichnis

1. Titelblatt.....	1
2. Inhaltsverzeichnis.....	3
3. Einleitung.....	6
3.1. Thema.....	6
3.2. Ausgangslage.....	7
3.3. Ungelöste Fragestellungen.....	9
3.4. Welches Problem soll gelöst werden.....	9
4. Material und Methoden.....	10
4.1. Fragestellung.....	10
4.1.1. Übersicht	
4.1.2. Hypothesen	
4.2. Versuchsaufbau.....	11
4.2.1. Geräte	
4.2.2. Probanden	
4.2.3. Algorithmen	
4.3. Versuchsdurchführung.....	18
4.4. Datenerhebung und –auswertung.....	23
4.4.1. Messdaten	
4.4.2. Probandenbefragung	

---

## 2. Inhaltsverzeichnis

4.4.3.	Statistische Auswertung	
5.	Ergebnisse.....	35
5.1.	Versuche und Probanden.....	35
5.1.1.	Beatmungsdaten	
5.1.2.	Kompressionsdaten	
5.1.3.	Zeitabläufe	
5.1.4.	Statistische Werte	
5.2.	Probandenbefragung.....	39
5.2.1.	Reanimationsfragebogen	
5.2.2.	Abschlussfragebogen	
5.3.	Zusammenfassung.....	52
6.	Diskussion.....	53
6.1.	Bisherige Erkenntnisse.....	53
6.2.	Methodenkritik.....	64
6.2.1.	Versuchsdurchführung	
6.2.2.	Fragebögen	
6.3.	Diskussion der Ergebnisse.....	70
6.3.1.	Messdaten	
6.3.1.1.	Beatmung	
6.3.1.2.	Kompression	
6.3.1.3.	Zeitabläufe	
6.3.2.	Probandenbefragung	
6.3.2.1.	Reanimationsfragebogen	
6.3.2.2.	Abschlussfragebogen	

---

## 2. Inhaltsverzeichnis

6.4. Weitere Aspekte.....	78
6.5. Ausblick in die Zukunft.....	79
7. Zusammenfassung.....	80
8. Literatur.....	82
9. Anhang.....	89
Abbildungsverzeichnis	
Reanimationsfragebogen	
Abschlussfragebogen	
Publikation	
Danksagung	
Verzeichnis der akademischen Lehrer	
Erklärung	

## **3. Einleitung**

### **3.1. Thema**

Die Wiederbelebung klinisch toter Patienten ist seit Menschengedenken eine besondere Herausforderung an Mediziner wie auch den ersthelfenden Laien. Keine andere Situation besitzt eine vergleichbare Dringlichkeit und erfordert eine Behandlung, bei der bereits Sekunden über das Schicksal entscheiden können. Aus diesem Grunde spielt neben der Wirksamkeit einzelner Maßnahmen der schnellstmögliche Beginn der wichtigsten Versorgungsschritte eine äußerst wichtige Rolle. Dennoch dürfen die Basismaßnahmen Beatmung und Herzdruckmassage nicht in nennenswertem Umfang unterbrochen werden, auch wenn anfänglich oft nur zwei Helfer verfügbar sind. Dies legt nahe, nach Optimierungspotenzialen für die Arbeitsabläufe in der Frühphase der Reanimation zu suchen.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob die Arbeitsabläufe und deren zeitliche Abfolge während der Reanimation mit einem Ventilations-Kompressionsverhältnis von 5:50 (Alternatives Verfahren) im Vergleich zu 2:15 (Klassisches Verfahren) verbessert werden können. Hierzu wurde anhand einer standardisierten Reanimation an einem Reanimationstrainer mit Rettungsdienstmitarbeitern beide Methoden verglichen. Die Maßnahmen-Zeitabfolgen wurden erfasst und die Wirksamkeit der Basismaßnahmen geprüft. Zusätzlich hatte jeder Mitarbeiter einen Fragebogen zu beantworten, der neben

Fragen zur Vorerfahrung eine konkrete Bewertung der beiden Verfahren im Bezug auf Arbeitsabläufe und Stressbelastung beinhaltete.

### **3.2. Ausgangslage**

Bei der kardiopulmonalen Reanimation mit Beutel-Masken-Beatmung muss eine ausreichende Anzahl Ventilationen mit einer maximal hohen Anzahl von Kompressionen kombiniert werden. Ziel der Reanimation ist die Aufrechterhaltung der Sauerstoffversorgung lebenswichtiger Organe während des Kreislaufstillstandes und die schnellstmögliche Wiederherstellung des Spontankreislaufs. Zur Vermeidung von Organischämien muss dabei durch die Reanimation eine ausreichende Gewebeoxigenation erzielt werden. Die Gewebeoxigenation wird von den erzielten Perfusionsdrücken wie auch dem Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes bestimmt. Der Sauerstoffgehalt des Blutes ist von der pulmonalen Ventilation und Perfusion abhängig, der Perfusionsdruck im Gewebe wird von der externen Herzdruckmassage und dem Gefäßwiderstand bestimmt. Deshalb kommt dem Verhältnis von „Beatmung“ und „Herzdruckmassage“ besondere Bedeutung zu.

Die Wirksamkeit der Reanimation mit Kombination von Maskenbeatmung und kardialer Kompressionen kann als gesichert gelten und ist seit Jahren Gegenstand weltweiter Empfehlungen. Aufgrund der Verbesserung der Gewebepерfusion durch längere durchgehende Kompressionsphasen wurde in den aktuellen Empfehlungen von ILCOR aus dem Jahre 2000 die bisherige „Zwei-Helfer-Methode“ mit einem Ventilations-Kompressions-Verhältnis von 1:5 von der alleinigen Empfehlung zur Anwendung der 2:15-Methode abgelöst;

---

### 3. Einleitung

ILCOR, 2000 [1]. Seither wird sowohl bei der Ein-Helfer-Methode als auch bei der Zwei-Helfer-Methode mit einem Ventilations-Kompressionsverhältnis von 2:15 reanimiert. Dieses Verhältnis erreicht jedoch möglicherweise noch keine optimale Perfusion der Gewebe und erweist sich in der Praxis bei der Durchführung der ACLS-Reanimation als schwer einhaltbar. Theoretische Simulationen zeigen, dass optimale Perfusionsverhältnisse erst ab mindestens 50 aufeinanderfolgenden Kompressionen erzielt werden können; Turner I et al., 2002 [2]. In einzelnen Untersuchungen konnte am Tiermodell belegt werden, dass häufige Unterbrechungen der Herzdruckmassage das Outcome verschlechtern; Berg RA et al., 2001; Yu T et al., 2002; Kern KB et al., 2002 [3,4,5].

Im Rettungsdienst sowie bei der innerklinischen Reanimation mit begrenzten Personalressourcen müssen zahlreiche Maßnahmen mit einer kontinuierlich durchgeführten Reanimation kombiniert werden. Dabei sollen sich die korrekte Ventilation und die Kompressionen nahezu ohne Pausen abwechseln, zusätzlich sollen erweiterte Maßnahmen wie Defibrillation, Intubation und die Verabreichung von Medikamenten schnellstmöglich erfolgen. Durch die begrenzten Personalressourcen sind derartige zusätzliche Maßnahmen nur während der längeren Kompressionsphase von derzeit 15 Kompressionen überhaupt möglich.

Vorläufige Untersuchungen zeigen eine Gleichwertigkeit der Ventilation von Ventilations-Kompressionsverhältnissen von 2:15 und 5:50, so dass hier nach Verbesserungspotentialen im zeitlichen Ablauf gesucht wird; Kill C et al., 2002 [6].



### **3.3. Ungelöste Fragestellungen**

Würde eine Veränderung des Ventilations-Kompressionsintervalls von derzeit 2:15 Ventilationen-Kompressionen auf beispielsweise 5:50 Ventilationen-Kompressionen eine Vereinfachung der Arbeitsabläufe bewirken? Wie verhalten sich bei einem Wechsel von 15 Kompressionen auf 50 Kompressionen die Zeitabläufe in der ersten Phase der Reanimation?

### **3.4. Welches Problem soll gelöst werden**

In diesem Versuch soll der Einfluss von Methode A (2:15) und Methode B (5:50) auf die Maßnahmen Beatmung und Herzdruckmassage sowie die Zeitabläufe in der ersten Phase der Reanimation (Beginn Reanimation bis Intubation) untersucht werden. Es sollen die zeitlichen Unterschiede und die subjektive Einschätzung der Arbeitssituation durch das Personal während der Reanimation untersucht, dargestellt und interpretiert werden.

## 4. Material und Methoden

### 4.1. Fragestellung

#### 4.1.1. Übersicht

Wie verhalten sich das Atemminutenvolumen und die Anzahl an Kompressionen in Abhängigkeit des Ventilations-Kompressionsverhältnis von 2:15 (Methode A) und 5:50 (Methode B)?

Wann ist der Defibrillator betriebsbereit, wann erfolgt die erste Defibrillation und wann kann mit der Intubation begonnen werden in Abhängigkeit des Ventilations-Kompressionsverhältnisses von 2:15 (Methode A) und 5:50 (Methode B)?

Wie wird die Arbeitssituation von den Rettungsdienstmitarbeitern in Abhängigkeit des Ventilations-Kompressionsverhältnisses von 2:15 (Methode A) und 5:50 (Methode B) bewertet?

#### 4.1.2. Hypothesen

1. Das Atemzeitvolumen von Methode A und B zeigt keinen signifikanten Unterschied.
2. Die Gesamtzahl Kompressionen pro Minute von Methode A und B zeigen keine signifikanten Unterschiede.

3. Die Zeit bis zur ersten Defibrillation sowie bis zum Start der Intubation ist bei Methode A länger als bei Methode B.
4. Die Methode B wird im Bezug auf die Arbeitssituation bei der Zielgröße „Stress“ günstiger bewertet als Methode A.

## **4.2. Versuchsaufbau**

### **4.2.1. Geräte**

Als Reanimationsmodell wurde der Laerdal Trainer (Resusci Skillreporter Anne, Torso) verwendet. Es handelt sich um eine Puppe mit separatem Expirationsschenkel, so dass es möglich ist das Gesamtbeatmungsvolumen zu erfassen. Außerdem verfügt diese Puppe über eine automatische Datenerfassung, welche in Protokollform nach dem Versuch ausgedruckt wurde (siehe Abb. 7-13). Hierbei wurden sowohl die Qualität der Maßnahmen, als auch die einzelnen Zeiten protokolliert. Der Ausdruck erfolgte sowohl in einer langen Version, mittels eines Zeitstrahls und einer kurzen zusammengefassten Variante. So war die Messung der einzelnen Zeiten auf die Sekunde genau und konnte zusätzlich am Zeitstrahl visualisiert werden. Die Puppe ist über die von außen aufgesteckten Elektrodenplatten mit maximaler Energie defibrillierbar und verfügt über eine EKG-Simulation, die über die Elektroden abgeleitet werden kann. Weiterhin verfügt die Puppe über einen Taktgeber für die Kompressionen.

Als Flowmeter für die Messung des Gesamtbeatmungsvolumens wurde ein Volummeter 3000 (DrägerWerk AG Lübeck) verwendet.

---

#### 4. Material und Methoden

Abb. 1: Flowmeter (links oben), Rhythmusgeber (links unten) und Skill-Reporter (rechts) zur Datenerfassung:



Als Defibrillator wurde der Corpuls 08/16S Biphasic verwendet. Da der Defibrillator auch als Standardgerät auf den Rettungsdienstfahrzeugen des DRK Rettungsdienst Mittelhessen vorhanden ist, konnte ein schneller und geübter Gebrauch des Gerätes durch die Probanden (Rettungsdienstmitarbeiter der DRK Rettungsdienst Mittelhessen GmbH) vorausgesetzt werden. Des weiteren wurden die Einmalklebeelektroden für Defibrillation/

---

#### 4. Material und Methoden

Schrittmacheranwendung für die Defibrillation verwendet und es musste damit keine separate EKG Ableitung über das 4 Pol Kabel erfolgen.

Defibrilliert wurde im Halbautomatenmodus mit 120J, 120J und 200J.

Als Notfallausrüstung wurde ein Rettungsrucksack verwendet, der auch als Standardrettungsrucksack beim DRK Rettungsdienst Mittelhessen benutzt wird und somit als bekannt gelten konnte. In dem Rettungsrucksack befinden sich in übersichtlicher Weise Packs mit dem versuchsrelevanten Material des Intubationsbestecks und eine Auswahl von Tuben, Beatmungseinheit mit Beatmungsbeutel, Beatmungsmaske, Sauerstoffflasche mit einer Verbindung zum Beatmungsbeutel und Stethoskop. Weiterhin befinden sich in dem Rucksack Material zur Venenpunktion, Wundversorgung, Blutdruckmessung, Infusionstherapie und eine Auswahl der wichtigen Notfallmedikamente, welches allerdings für diese Versuchsdurchführung nicht von Bedeutung war.

Abb.2: Rettungsrucksack der DRK Rettungsdienst Mittelhessen GmbH:



#### 4.2.2. Probanden

Die Probanden waren Rettungsdienstmitarbeiter der DRK Rettungsdienst Mittelhessen GmbH. Die Teilnahme an den Versuchen war freiwillig und unentgeltlich. Bei den Probanden handelt es sich um Mitarbeiter mit einer mindestens dreijährigen Berufserfahrung im Rettungsdienst und sie verfügen damit über Erfahrung im Bereich präklinischer Reanimationen. Alle Probanden

verfügen über eine jährliche Rezertifizierung in kardiopulmonaler Reanimation nach ILCOR- Empfehlungen.

### **4.2.3. Algorithmen**

Abb. 3: Methode A (2:15)

Abb. 4: Methode B (5:50)

---

4. Material und Methoden

**Methode A (2:15)**

Helfer 1 (Kopfhelfer)	Zeiten	Helfer 2 (Seitenhelfer)
2x Beatmung (solange bis Defibrillator angeschlossen ist)	<i>Beginn der Messung</i>	15x Kompressionen (solange bis Defibrillator angeschlossen ist)
Anschluss des Defibrillators	<i>Anschluss Defibrillator</i>	(Frequenz: 100/min)
Defibrillation	<i>Start Defibrillation</i>	
Analyse, 1. Schock (120J) 2. Schock (120J) 3. Schock (200J)	<i>Ende Defibrillation</i>	
	<i>Start Vorbereitung Intubation</i>	
2x Beatmung (solange bis Intubations- vorbereitung beendet ist)		15x Kompressionen (solange bis Intubations- vorbereitung beendet ist)
Vorbereitung der Intubation: Laryngoskop Check der Funktion Blockerspritze herauslegen Tubus herauslegen Blocken + Entblocken Stethoskop bereitlegen	<i>Ende Vorbereitung Intubation</i>	
	<i>Ende der Messung</i>	





---

4. Material und Methoden

**Methode B (5:50)**

Helfer 1 (Kopfhelfer)	Zeiten	Helfer 2 (Seitenhelfer)
5x Beatmung (solange bis Defibrillator angeschlossen ist)	<i>Beginn der Messung</i>	50x Kompressionen (solange bis Defibrillator angeschlossen ist)
Anschluss des Defibrillators	<i>Anschluss Defibrillator</i>	(Frequenz: 100/min)
Defibrillation	<i>Start Defibrillation</i>	
Analyse, 1. Schock (120J) 2. Schock (120J) 3. Schock (200J)	<i>Ende Defibrillation</i>	
	<i>Start Vorbereitung Intubation</i>	
5x Beatmung (solange bis Intubations- vorbereitung beendet ist)		50x Kompressionen (solange bis Intubations- vorbereitung beendet ist)
Vorbereitung der Intubation: Laryngoskop Check der Funktion		
Blockerspritze herauslegen		
Tubus herauslegen Blocken + Entblocken		
Stethoskop bereitlegen	<i>Ende Vorbereitung Intubation</i>	
	<i>Ende der Messung</i>	

### 4.3. Versuchsdurchführung

Der Reanimationsalgorithmus basiert auf den aktuellen ILCOR-Empfehlungen, lediglich die Abfolge Beatmung und Kompressionen ist bei der alternativen Methode B modifiziert.

Auf die anfängliche Positionierung der Materialien, dem Ansprechen, Atmungs- und Pulskontrolle wurde verzichtet, da diese ohne Einfluss auf die Zeitabläufe beider Versuchsreihen sind.

Als Ausgangssituation wurde in einem geschlossenen Raum mit minimierter Ablenkung der Probanden die Reanimationspuppe positioniert. Des Weiteren lag rechts (aus Patientensicht) zwischen den Helfern der Notfallrucksack betriebsbereit. Das EKG stand links auf Höhe der Schulter der Reanimationspuppe zusammengebaut und ausgeschaltet (Abb. 7). Als vorgegebener EKG Rhythmus wurde ein Kammerflimmern eingestellt.

Das Durchführen der Basismaßnahmen wie Beatmung und die Herzdruckmassage sind vor der eigentlichen Versuchsmessung durch die Probanden geübt worden.

Auch wurden die Probanden über den genauen Ablauf der Reanimation durch den Versuchsleiter unterrichtet. Die Anzeige der Puppe, welche die Richtigkeit der Maßnahmen wie Kompressionstiefe und Beatmungsqualität misst, war während der Messung nicht vom Probanden einzusehen.

Während der Messung waren die Helfer den Arbeitspositionen und damit den jeweils durchzuführenden Maßnahmen fest zugeteilt; Helfer 1, positioniert am Kopf und Helfer 2 an der Seite.

Der Seitenhelfer sollte die Kompressionen mit einer Frequenz von 100 pro min durchführen. Am Taktgeber wurden 100 Kompressionen/min eingestellt. Es

---

#### 4. Material und Methoden

wurde eine standardisierte ACLS-Reanimation (siehe Abb. 3 und 4) durchgeführt, wobei die möglichst unterbrechungsfreie Durchführung der BLS-Maßnahmen oberste Priorität hatte. Das heißt, dass die Beatmung sofort nach der letzten Kompression erfolgen sollte und die Kompressionen sofort nach dem letzten Beatmungshub begannen. Die erweiterten Maßnahmen wie Defibrillation und Vorbereitung der Intubation wurden während der Beatmungspausen vom Helfer 1 allein durchgeführt. Auch in den Kompressionspausen oder während der Defibrillation durch den Helfer 1 wurden von dem Helfer 2 keine Maßnahmen durchgeführt.

Mit Beginn der Beatmung durch den Helfer 1 startete auch die Zeitmessung. Während der Kompressionen bereitete der Helfer 1 die Defibrillation vor, das bedeutet, dass er das Gerät einschaltete und aufklappte, die Konnektoren zwischen Puppe und Elektroden anbrachte (auf die Puppe klippen) und danach die Elektroden mit den Konnektoren verband. Die BLS-Maßnahmen wurden solange fortgeführt bis der Defibrillator vollständig angeschlossen und betriebsbereit war. Es folgte die Analyse des EKG-Rhythmus. Die BLS-Maßnahmen wurden hierfür unterbrochen. Die Kompressionen wurden unterbrochen, sobald der Defibrillator einsatzbereit war, unabhängig davon, ob er gerade einen Zyklus begonnen worden war oder erst teilweise abgeschlossen war.

Danach führte der Helfer 1 die Defibrillation gemäß dem von ILCOR empfohlenen Abfolge durch, das heißt Defibrillation im Halbautomatenmodus (Analyse des EKG-Bildes durch den Defibrillator, automatisches Hochladen auf 120J und manuell ausgelöster Elektroschock). Danach wurde sofort wieder die Analyse gestartet und in eben beschriebener Weise ein zweites Mal mit 120J

---

#### 4. Material und Methoden

und ein drittes Mal mit 200J defibrilliert. Während der Defibrillation bereitete der Helfer 2 keine weiteren Maßnahmen vor.

Abb. 5: Defibrillator Corpuls 08/16 S während der Analyse:



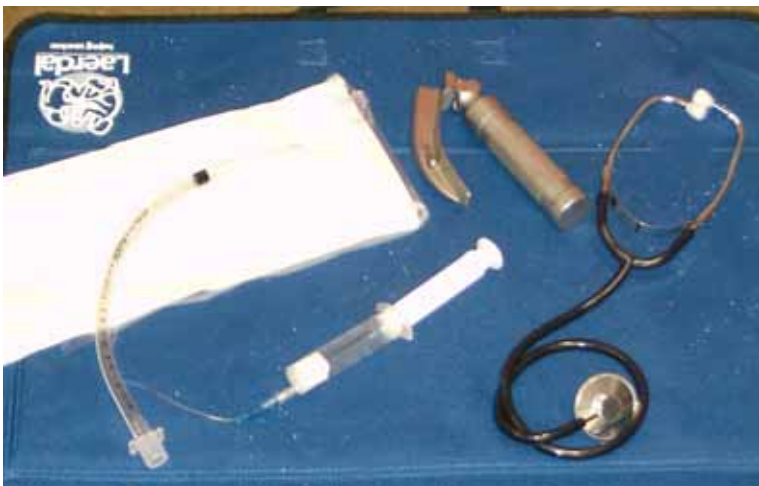
Nach dreimaliger Defibrillation begann der Helfer 1 wieder mit der Beatmung und der Helfer 2 mit den Kompressionen nach Schema A oder B. Während der BLS-Maßnahmen bereitete der Helfer 1 die Intubation vor.

---

#### 4. Material und Methoden

Zur Intubation wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt: Herausnahme des Laryngoskop aus dem Notfallrucksack, Konnektion eines angemessenen Spatels (Größe 3 oder 4) und Funktionstest. Desweiteren wurde ein Tubus der Größe 8,0 mm ID aus dem Rucksack geholt, entpackt und mittels einer Blockerspritze die Dichtigkeit des Cuffs getestet. Zur späteren Lagekontrolle wurde ein Stethoskop bereitgelegt. Damit war die Intubationsvorbereitung für den Versuch beendet. Es handelt sich damit um eine Minimalversion der Intubationsvorbereitung.

Abb. 6: Intubationsvorbereitung für den Versuch:



Sobald der Helfer mit allen Maßnahmen zur Intubationsvorbereitung fertig war, wurde der Versuch beendet, unabhängig davon, ob ein Kompressionszyklus bereits beendet war.

Nach jedem Versuch wurde ein ausführliches Protokoll ausgedruckt und der Rucksack, das EKG und der Trainer durch den Versuchsleiter wieder in die korrekte Ausgangslage gebracht.

---

#### 4. Material und Methoden

Der komplette Ablauf des Experiments nochmals zusammenfassend erläutert:  
Der Versuchsleiter hatte den Versuchsaufbau vorbereitet. Danach wurden freiwillige Rettungsdienstmitarbeiter als Team in den Versuchsraum gebracht. Als erstes hatte der Versuchsleiter dem Team seine Aufgaben und den Algorithmus erklärt.

Mit welcher Methode (A oder B) begonnen wurde, war im Voraus ausgelost worden.

Abb.7:Ausgangssituation: Defibrillator, Phantom und Materialrucksack



Dann wurde nach Methode 1 (nach Los Schema A oder B) reanimiert. Nach Beenden des Versuches wurde das Protokoll ausgedruckt und der Proband füllte den ersten Fragebogen (Reanimationsfragebogen) aus. Das Versuchsszenario wurde durch den Versuchsleiter in die Ausgangssituation gebracht und dann wurde mit Methode 2 (nach Los Schema B oder A) das zweite Mal reanimiert. Wieder wurde das Protokoll ausgedruckt und der Proband bekam erst den Reanimationsfragebogen und dann den Abschlussfragebogen zum Beantworten. Beide Protokolle und alle drei Fragebögen wurden zusammen unter der gleichen Probandennummer ausgewertet.

### **4.4. Datenerhebung und -auswertung**

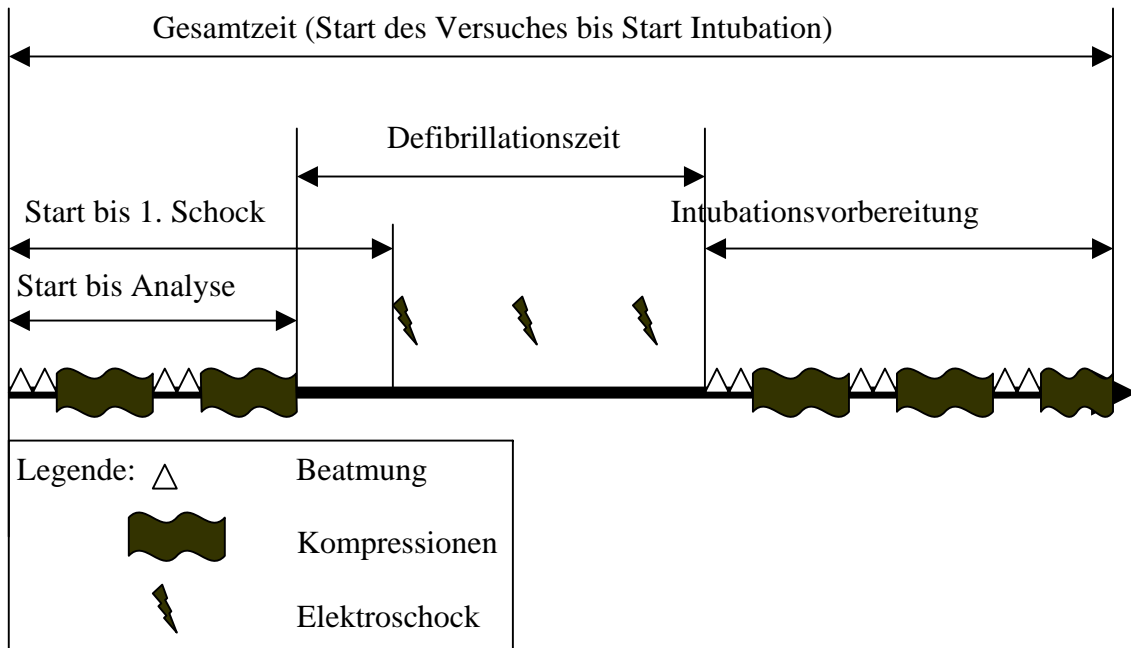
#### **4.4.1. Messdaten**

Es wurden anhand des Protokollausdruckes des Skillmeters folgende Daten erhoben und ausgewertet.

Gemessene Zeiten: Zeit von Start Beatmung bis Start EKG-Analyse, Zeit Start Beatmung bis 1. Schock, Zeit vom Start der EKG-Analyse bis Ende 3. Schock (Defibrillationszeit), Zeit Ende 3. Schock bis Ende Vorbereitung Intubation, Gesamtzeit (Beginn bis Ende Intubationsvorbereitung).

Errechnete Zeiten: BLS-Dauer= Gesamtzeit minus Defibrillationszeit.

Abb.8: Schematische Übersicht der einzelnen Zeiten:



Beatmung: Gemessene Werte: Gesamtzahl der Beatmungen, Gesamtbeatmungsvolumen

Errechnete Werte: durchschnittliches Atemminutenvolumen= $\frac{\text{Gesamtbeatmungsvolumen}}{\text{BLS-Dauer}}$

Kompressionen: Gemessene Werte: Gesamtanzahl der Kompressionen

Errechnete Werte: durchschnittliche Anzahl Kompressionen pro Minute= $\frac{\text{Gesamtanzahl der Kompressionen}}{\text{BLS-Dauer}}$ .

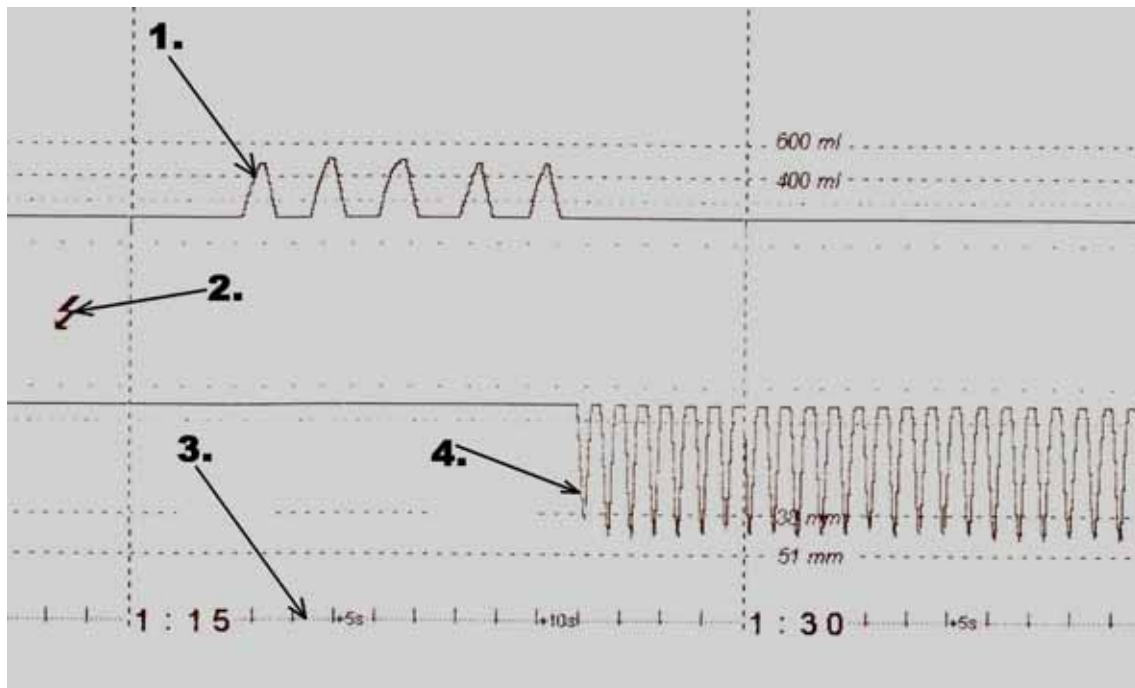
Im folgenden finden sich Beispiele der ausführlichen und der kurzen Protokollausdrücke der Methode A (2:15) und der Methode B (5:50):



---

## 4. Material und Methoden

Abb. 9: Erklärung der Protokollausdrücke:



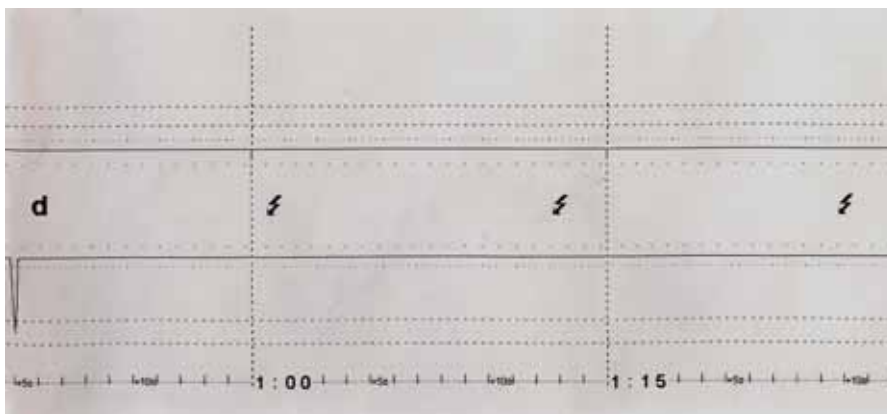
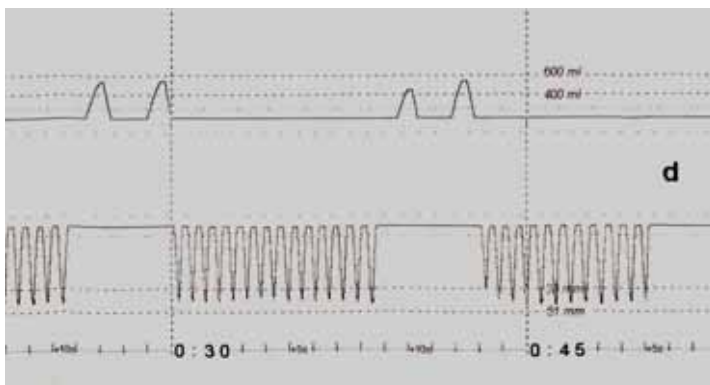
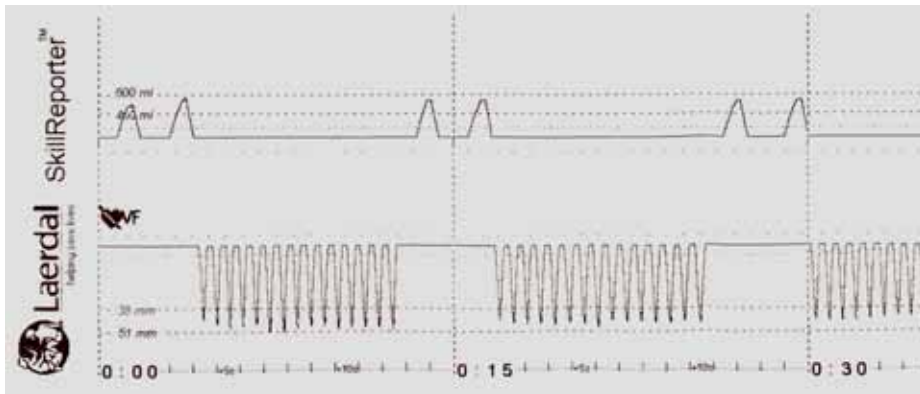
Beschriftung und Erklärung:

1. Beatmung
2. Defibrillationsschock
3. Zeitachse
4. Kompression (externe Herzdruckmassage)

---

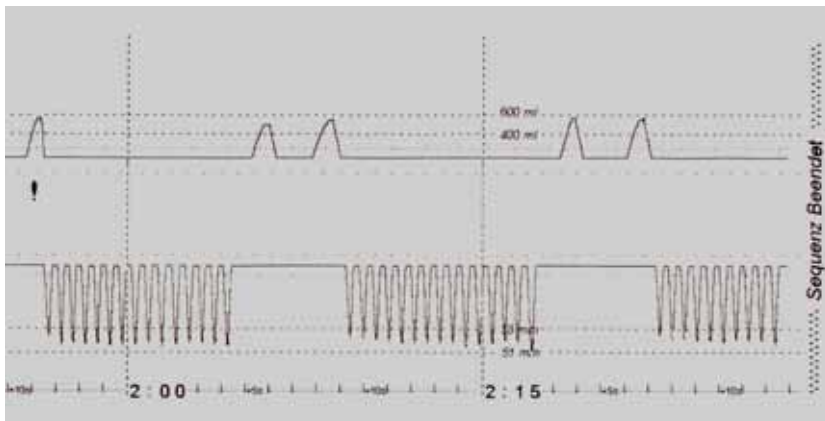
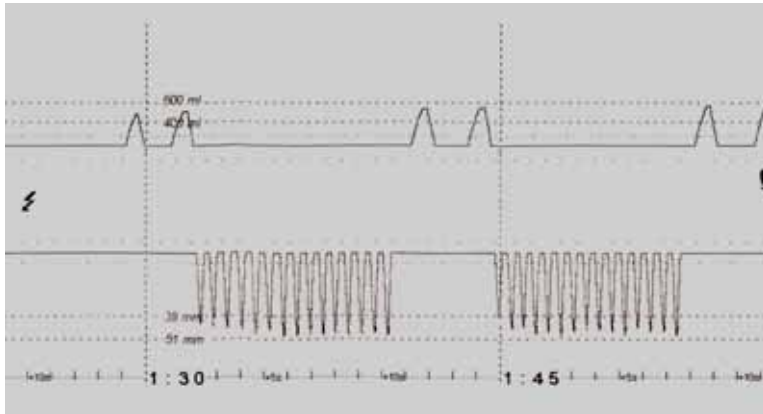
## 4. Material und Methoden

Abb. 10: Ausführliches Protokoll 2:15:



---

## 4. Material und Methoden



---

## 4. Material und Methoden

Abb. 11: Kurzform des Protokolls 2:15:

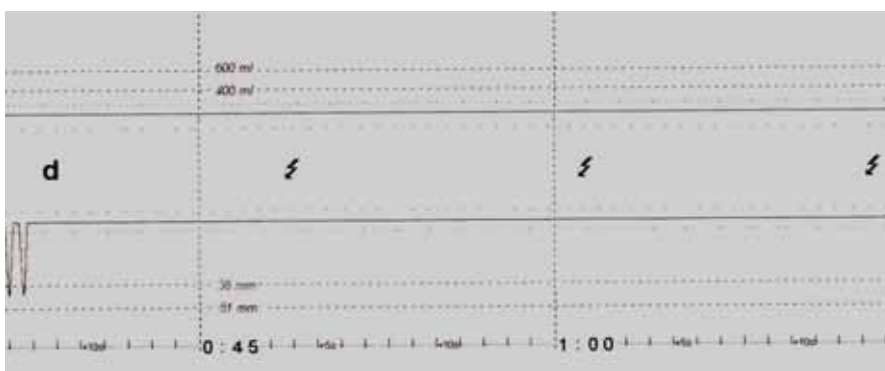
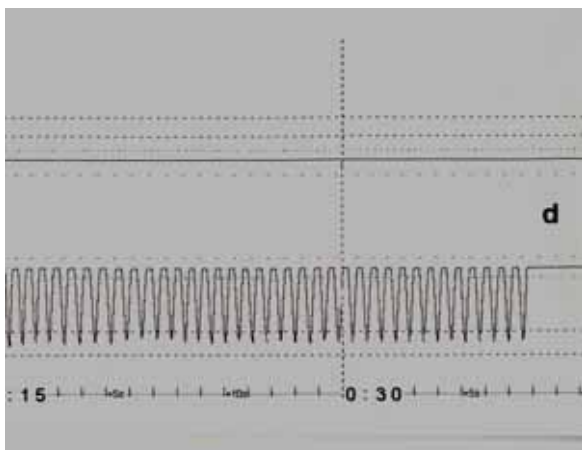
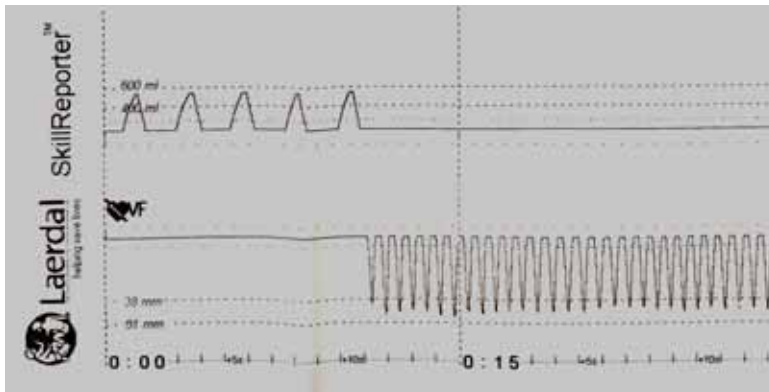
	Name des Kursteilnehmers :	<b>Beatmung</b>
	Name des Ausbilders:	Durchschnitt :
	Dauer der Übung: (Min : Sek)      2 : 28	- Beatmungsvolumen (ml)            530 - Anzahl der Beatm.frequenz /min    7 Gesamtes Beatmungsvol. (ml/min)   3710 Gesamtzahl der Beatmungen          18 Richtig                                    17 Richtig (%)                                94 Zu viel                                      0 Zu wenig                                    0 Zu schnell                                  1 Kompr.: Vent - Verhältnis              15 : 2
	SRM031013	

<b>Kompressionsdaten</b>	<b>Defibrillation</b>
Durchschnitt :	(min sek)
-Kompressionstiefe (mm)            46	Zeit vom Beginn der Übung bis zum 1. Schock            1 : 00
-Anzahl der Kompressionen /min    51	Zeit vom Hilferuf bis zum 1. Schock            N.A.
-Kompressionsfrequenz /min        100	Zeit vom Eintreffen des Defis bis zum 1. Schock            0 : 10
Gesamtzahl der Kompressionen      127	
Richtig                                    127	
Richtig (%)                                100	
Zu tief                                      0	
Zu flach                                    0	
Falsche Handposition                  0	
-Handposition zu tief                  0	
Unvollständige Dekompression       0	

---

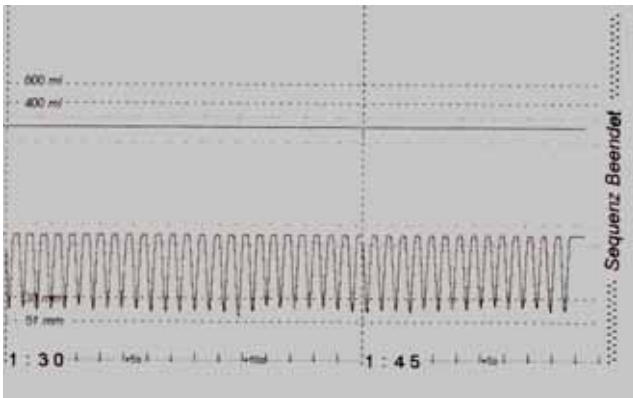
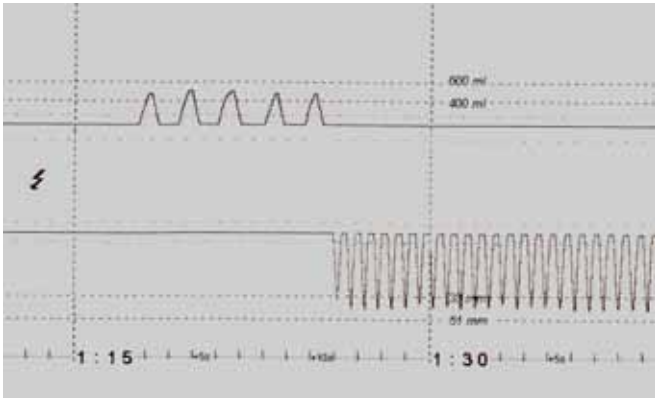
## 4. Material und Methoden

Abb. 12: Ausführliches Protokoll 5:50:



---

## 4. Material und Methoden



---

## 4. Material und Methoden

Abb. 13: Kurzform des Protokolls 5:50:

	Name des Kursteilnehmers : _____	
	Name des Ausbilders: _____	
	_____	
	Dauer der Übung: (Min : Sek)      1 : 54	
	SRM031013	

<b>Beatmung</b>		
Durchschnitt :		
- Beatmungsvolumen	(ml)	5 1 0
- Anzahl der Beatm.frequenz	/min	5
Gesamtes Beatmungsvol.	(ml/min)	2 5 5 0
Gesamtzahl der Beatmungen		1 0
Richtig		1 0
Richtig	(%)	1 0 0
Zu viel		0
Zu wenig		0
Zu schnell		0
Kompr.: Vent - Verhältnis		4 5 : 5

<b>Kompressionsdaten</b>	<b>Defibrillation</b>
Durchschnitt :	(min sek)
-Kompressionstiefe	(mm)
4 4	
-Anzahl der Kompressionen	/min
4 8	
-Kompressionsfrequenz	/min
1 0 0	
Gesamtzahl der Kompressionen	
9 2	
Richtig	
9 2	
Richtig	(%)
1 0 0	
Zu tief	
0	
Zu flach	
0	
Falsche Handposition	
0	
-Handposition zu tief	
0	
Unvollständige Dekompression	
0	

Zeit vom Beginn der Übung	(min sek)
bis zum 1. Schock	0 : 4 8
Zeit vom Hilferuf	
bis zum 1. Schock	NA.
Zeit vom Eintreffen des Defis	
bis zum 1. Schock	0 : 1 0

#### 4.4.2. Probandenbefragung

Zur Einbeziehung des subjektiven Eindrucks der Probanden während des Versuches wurde ein dreigeteilter Fragebogen verwendet (zwei Reanimationsfragebögen, ein Abschlussfragebogen). Es wurden dem Probanden jeweils ein Reanimationsfragebogen (siehe Anhang) direkt nach jedem Versuch ausgehändigt, worin eine subjektive Einschätzung des soeben durchgeführten Versuches erfolgte anhand von Stressbewertung einzelner Maßnahmen während des Versuches, Einschätzung der einzelnen Fehler, quantitative Beurteilung der Konzentrationsfähigkeit auf die einzelnen Maßnahmen und ein Abschlussfragebogen (siehe Anhang) zur Erfassung des Probanden selbst, Rettungsdienst erfahrung und -qualifikation, Vergleich der beiden eben durchgeführten Reanimationen und eine abschließende Einschätzung.

Reanimationsfragebogen:

Frage 1: Wie stressbehaftet haben Sie diese Reanimation erlebt?

Es waren Wertungen zwischen null (kein Stress und fünf maximaler Stress) möglich.

Frage 2: Kam es zu überflüssigen Handlungen?

Die Probanden hatten hier die Wahl zwischen nie, ja, einmal und mehrmals.

Frage 3: Haben Sie den Überblick über den Gesamtablauf verloren?

Auch hier hatten die Probanden die Möglichkeit mit nie, ja, einmal und mehrmals zu antworten.

Frage 4: Sind Sie vom vorgeschriebenen Algorithmus aufgrund von Stress abgewichen?



---

#### 4. Material und Methoden

Wieder hatten die Probanden die Auswahl zwischen nie, ja, einmal und mehrmals.

Frage 5: Kam es während des Ablaufs aus Ihrer Sicht zu Fehlern?

Genauso wie die drei Fragen vorher konnten die Probanden sich zwischen den drei Möglichkeiten entscheiden.

Frage 6: Fiel es Ihnen leicht sich auf den Anschluss des Defibrillators zu konzentrieren?

Genauso wie bei Frage eins sollten die Probanden sich zwischen null (leicht zu konzentrieren) und fünf (schwer zu konzentrieren) entscheiden.

Frage 7: Fiel es Ihnen leicht sich auf die Vorbereitung der Intubation zu konzentrieren?

Die Beantwortung erfolgte wie schon bei Frage 1 und 6.

Abschlussfragebogen:

Frage 1 und 2: Wie viele Reanimationen haben Sie in den letzten 3 Jahren ungefähr durchgeführt? Bei wie vielen Reanimationen waren Sie am Anfang zu zweit vor Ort?

Frage 3: Wie stressbehaftet empfinden Sie die Reanimation im täglichen Rettungsdienstalltag?

Die Probanden konnten sich wieder auf einer Skala von null (kein Stress) bis fünf (maximaler Stress) entscheiden.

Frage 5: Welcher Versuchsablauf verlief aus Ihrer Sicht ruhiger ab?

Als Antwortmöglichkeiten standen die Methode A, die Methode B oder beide gleich ruhig zur Auswahl.

Frage 6: Würden Sie einen Wechsel von 2:15 auf 5:50 für sinnvoll halten?

Hier konnten die Probanden zwischen ja, nein oder weiß nicht wählen.

#### **4.4.3. Statistische Auswertung**

Die Daten wurden unmittelbar nach der Erhebung in Microsoft Excel-Tabellen übertragen. Die Parameter zu Zeitabläufen, Ventilation und Kompressionen wurden mittels gepaarten Students-T-Test verglichen.

Als Konfidenzintervall für die Zeiten wurden 95% gewählt.

Die Fragebogenauswertung erfolgte mit dem Mann-Whitney-U Test.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Versuche und Probanden

Es waren 40 Probanden beteiligt, die jeweils in festen Teams zu zweit insgesamt 20 Versuchspaare bildeten. Die durchschnittliche Berufserfahrung der Probanden betrug 9,45 Jahre (Minimum: 3 Jahre, Maximum: 27 Jahre). 25 der Probanden waren Rettungsassistenten und 15 Rettungssanitäter.

#### 5.1.1. Beatmungsdaten

Erhoben wurden das durchschnittliche Atemzugvolumen, das Gesamtbeatmungsvolumen und das errechnete AMV (Atemminutenvolumen).

Bei Methode A war das durchschnittliche Atemzugvolumen 559 ml und bei Methode B waren es 554 ml ( $p=0,6899$ ). Das durchschnittliche Gesamtbeatmungsvolumen war 10684 ml (Methode A) und 7890ml (Methode B). Das durchschnittliche errechnete Atemminutenvolumen war 4491ml/min (Methode A) und 4369 ml/min (Methode B) ( $p=0,4486$ ).

### 5.1.2. Kompressionsdaten

Erhoben wurden die Gesamtanzahl der Kompressionen und die errechnete Anzahl der Kompressionen in der Minute.

Die Gesamtanzahl der Kompressionen bei Methode A lag bei 154 und 122 bei Methode B. Die durchschnittliche errechnete Anzahl der Kompressionen pro Minute war bei Methode A 65 und bei Methode B 68 ( $p=0,19$ ).

### 5.1.3. Zeitabläufe

Erhoben wurden Zeit von Start BLS bis Start EKG-Analyse, Zeit von Start BLS bis 1. Schock, Defibrillationszeit, Zeit Start BLS bis Ende Vorbereitung Intubation und Zeit der Intubationsvorbereitung (Ende Defibrillation bis Ende Intubationsvorbereitung).

Durchschnittlich wurden bei Methode A 67s von Beginn des Versuchs bis zum Start der Analyse benötigt und bei Methode B 51s ( $p<0,001$ ).

Bis zum 1. Schock dauerte es bei Methode A 78s und bei Methode B 63s ( $p<0,001$ ).

Die Defibrillationszeit (Start EKG-Analyse-Ende 3. Schock) war bei Methode A durchschnittlich 42s und bei Methode B 43s ( $p=0,4209$ ).

Die Gesamtzeit (Start BLS bis Ende der Intubationsvorbereitung) war bei Methode A 183s und bei Methode B 150s ( $p<0,001$ ).

---

## 5. Ergebnisse

Die Zeit der Intubationsvorbereitung (Ende Defibrillation bis Ende Intubationsvorbereitung) betrug bei Methode A 74s und bei Methode B 57s.

Die durchschnittliche BLS-Dauer (Gesamtzeit minus Defibrillationszeit) betrug bei Methode A 142s und bei Methode B 108s.

Abb. 14: Tabellarische Übersicht der Zeiten:

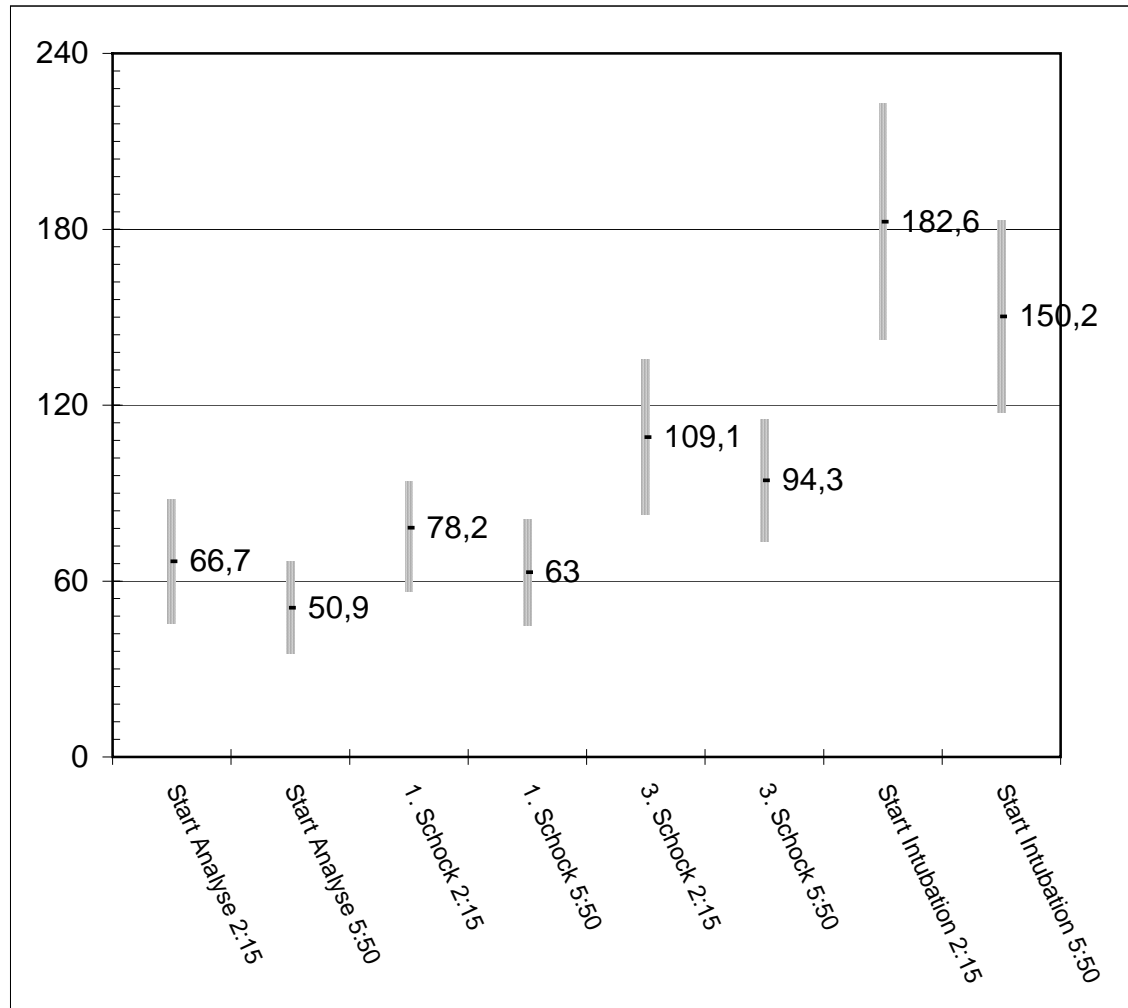
Zeitintervalle	2:15-Gruppe Mittelwert (25%/75% Perzentile) [Sekunden]	5:50-Gruppe Mittelwert (25%/75% Perzentile) [Sekunden]	p
Start BLS - Start Analyse	67 (53/79)	51 (38/60)	<0.0001
Start BLS – 1. Schock	78 (66/93)	63 (49/72)	<0.0001
Start BLS – 3. Schock	109 (96/122)	94 (77/103)	<0.0001
Start Analyse – 3. Schock beendet	42 (38/44)	43 (40/44)	>0.1
3. Schock beendet – Start Intubation	74 (60/87)	57 (41/68)	<0.0001
Start BLS – Start Intubation	183 (154/203)	150 (121/167)	<0.0001

Ergebnisse der Zeitintervalle (gepaarter Students *t*-test)

---

5. Ergebnisse

Abb. 15: Graphische Darstellung der durchschnittlichen Zeiten und deren Standardabweichungen bei Methode A und Methode B im Vergleich:



## **5.2. Probandenbefragung**

### **5.2.1. Reanimationsfragebogen**

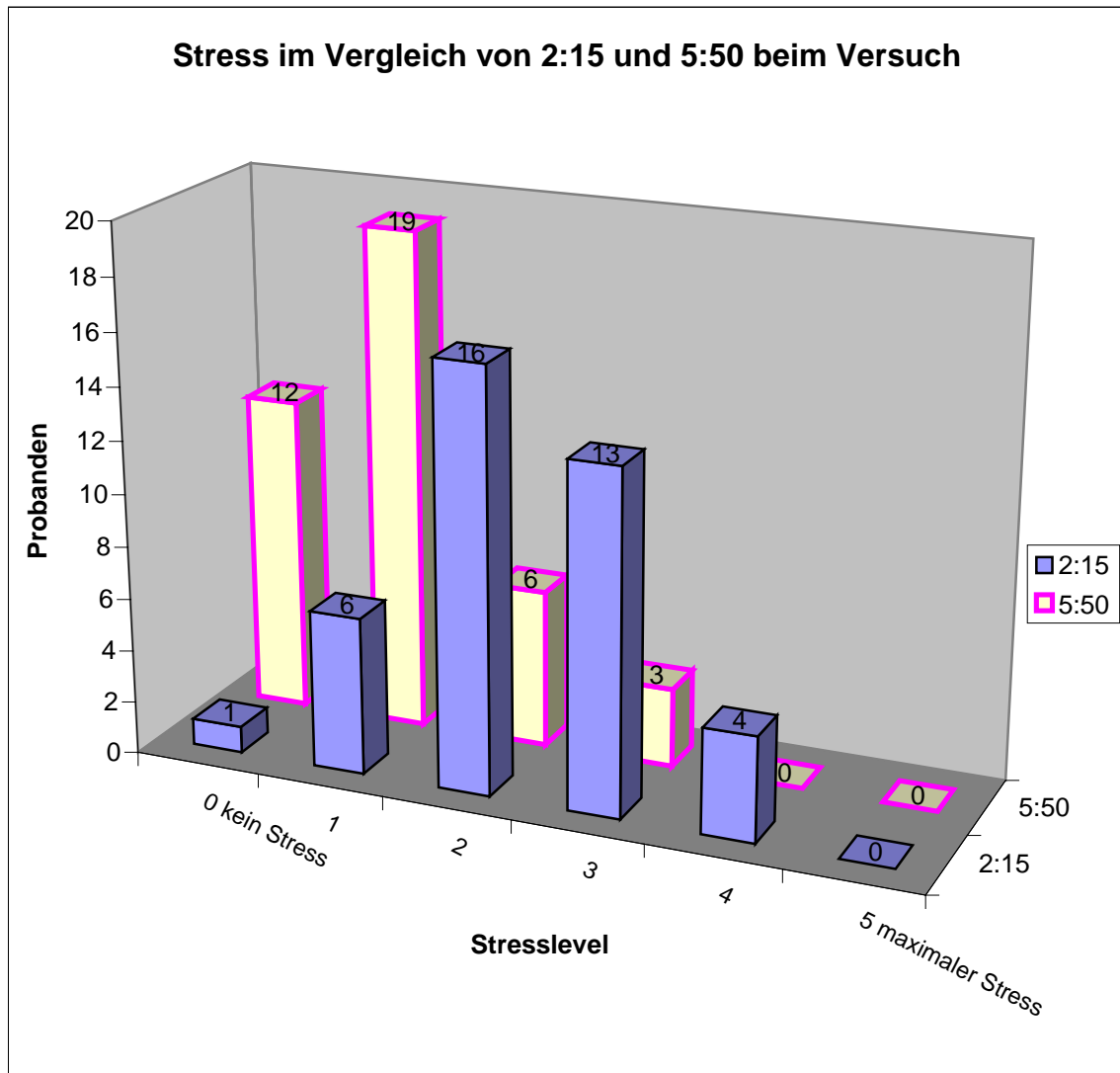
Frage 1: Wie stressbehaftet haben Sie diese Reanimation erlebt?

Bei Methode A haben 1 Proband die Wertung null, 6 Probanden die Wertung eins, 16 die Wertung zwei, 13 die Wertung drei, 4 die Wertung vier und 0 die Wertung fünf angekreuzt; bei Methode B waren es 12x die Wertung null, 19x die Wertung eins, 6x die Wertung zwei, 3x die Wertung drei, die Wertungen vier und fünf wurden gar nicht angekreuzt (Mann-Whitney-U: tied P-value: 0,0001).

---

5. Ergebnisse

Abb. 16: Graphische Darstellung der Frage 1:  
Bewertung des Stresslevels der Methode A und B:

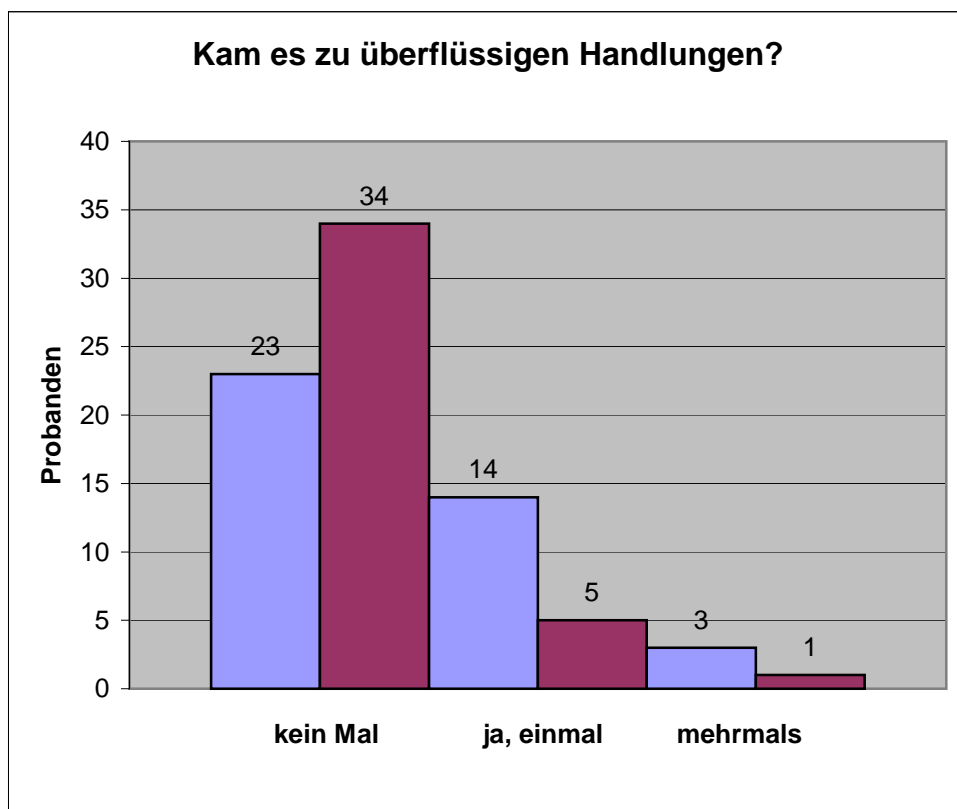




Frage 2: Kam es zu überflüssigen Handlungen?

Bei dieser Frage antworteten bei Methode A 23 Probanden mit nie, 14 mit ja, einmal und 3 mit mehrmals; bei Methode B waren es 34 mit nie, 5 mit ja, einmal und einer mit mehrmals.

Abb. 17: Graphische Darstellung der Frage 2:



Legende: Methode A (2:15), Methode B (5:50)

---

## 5. Ergebnisse

Frage 3: Haben Sie den Überblick über den Gesamtablauf verloren?

Bei dieser Frage haben bei Methode A 34 Probanden mit nie, und 6 mit ja, einmal geantwortet, die Antwort mehrmals wurde nicht angekreuzt; bei Methode B haben alle 40 Probanden mit nie geantwortet, die Antwortet ja, einmal und mehrmals wurden nicht angekreuzt.

Frage 4: Sind Sie vom vorgeschriebenen Algorithmus aufgrund von Stress abgewichen?

Bei Methode A haben 37 Probanden mit nie und 3 mit ja, einmal geantwortet; bei Methode B waren es 39 mit nie und einer mit ja, einmal, die Antwort mehrmals wurde bei beiden Methoden nicht angekreuzt.

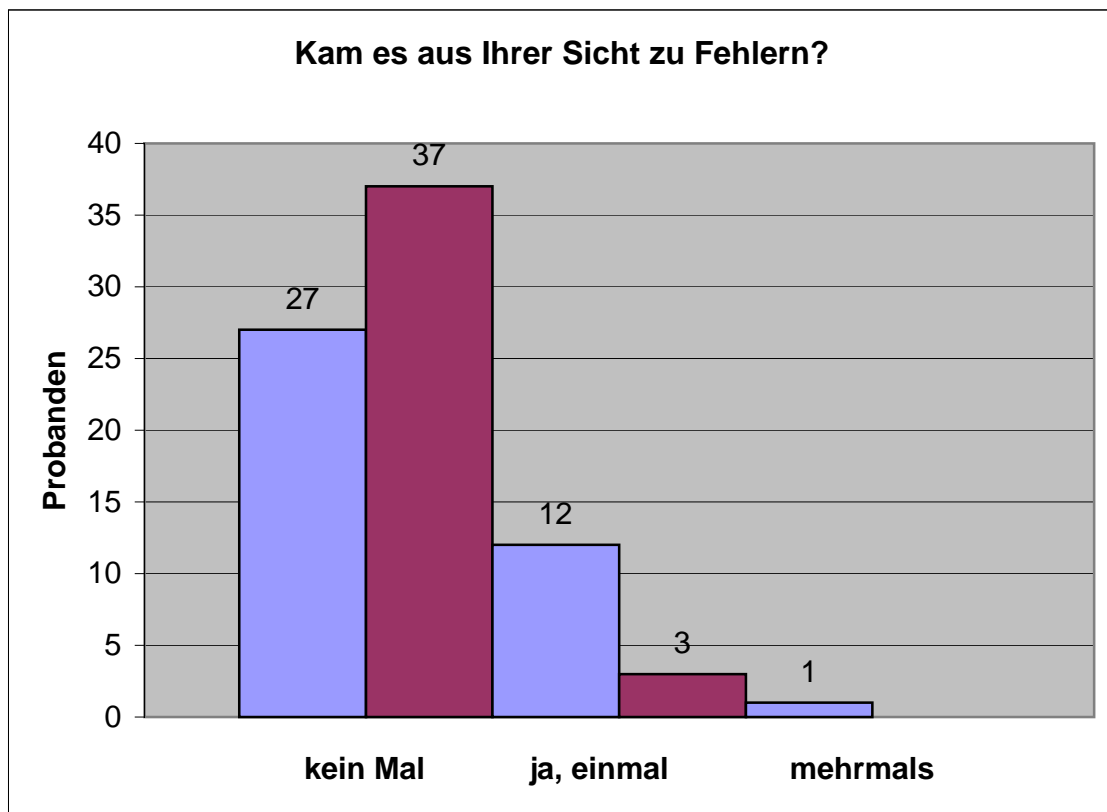
---

## 5. Ergebnisse

Frage 5: Kam es während des Ablaufs aus Ihrer Sicht zu Fehlern?

Hier haben bei Methode A 27 Probanden mit nie, 12 mit ja, einmal und einer mit mehrmals geantwortet; bei Methode B haben 37, 3 mit ja, einmal und niemand mit mehrmals geantwortet.

Abb. 18: Graphische Darstellung der Frage 5:



Legende: Methode A (2:15), Methode B (5:50)

---

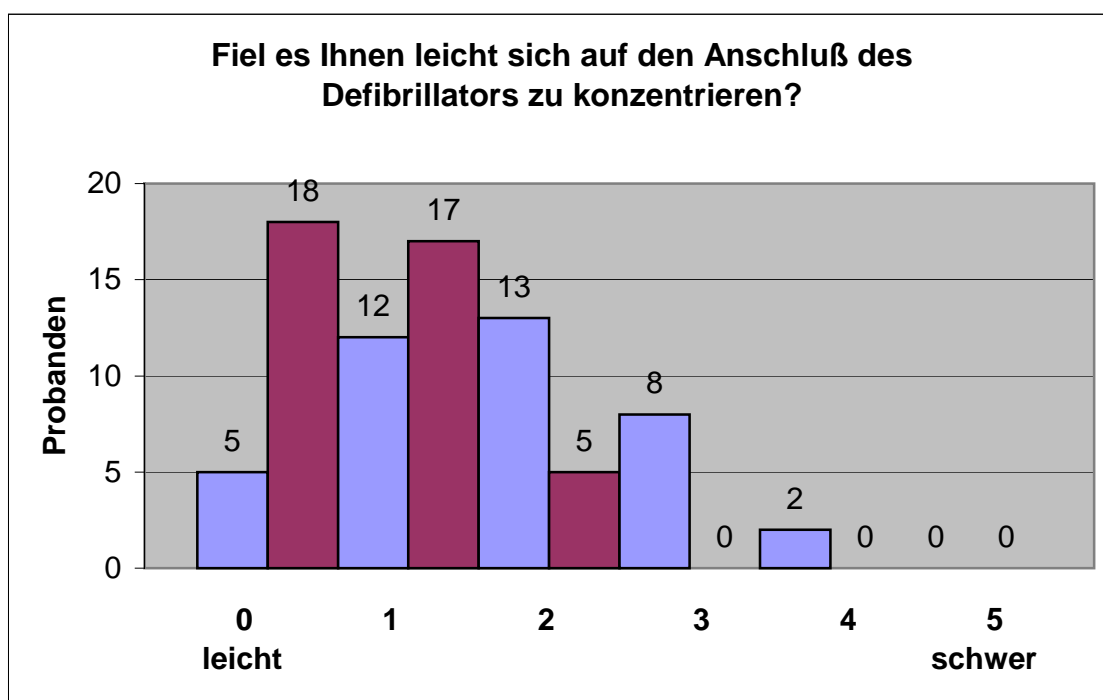
## 5. Ergebnisse

Frage 6: Fiel es Ihnen leicht sich auf den Anschluss des Defibrillators zu konzentrieren?

Genauso wie bei Frage eins sollten die Probanden sich zwischen null (leicht zu konzentrieren) und fünf (schwer zu konzentrieren) entscheiden.

Hier haben bei Methode A 5 mit der Wertung null, 12 mit der Wertung eins, 13 mit der Wertung zwei, 8 mit der Wertung drei, 2 mit der Wertung vier und null Probanden mit der Wertung fünf geantwortet; bei Methode B waren es 18 mit der Wertung null, 17 mit der Wertung eins und 5 mit der Wertung zwei, die Wertungen drei, vier und fünf wurden nicht angekreuzt (Mann-Whitney-U: tied P-value: 0,0001).

Abb. 19: Graphische Darstellung der Frage 6:



Legende: Methode A (2:15), Methode B (5:50)

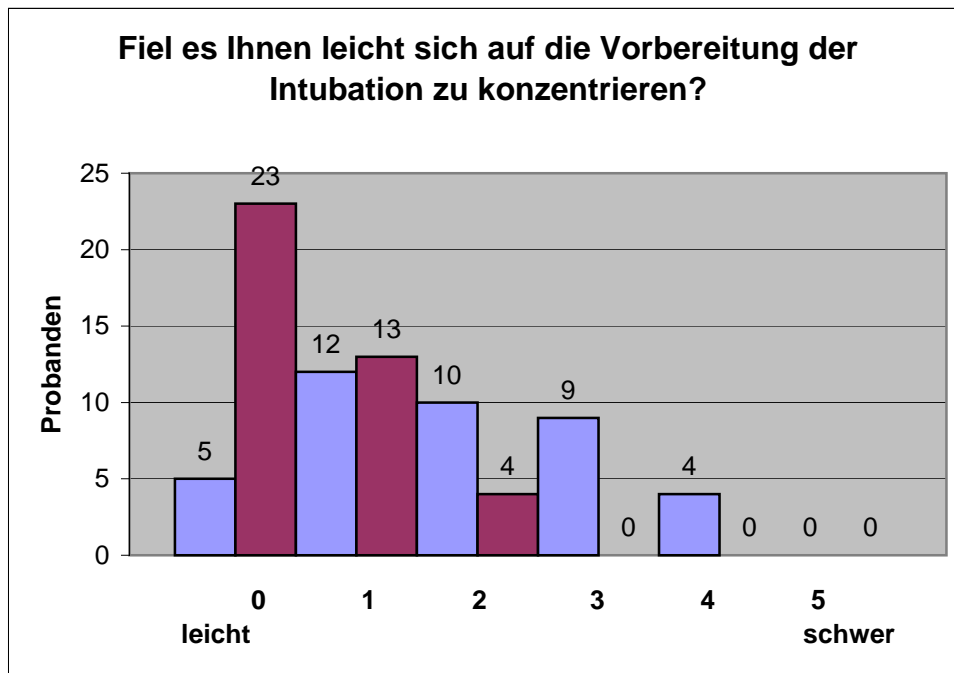
---

## 5. Ergebnisse

Frage 7: Fiel es Ihnen leicht sich auf die Vorbereitung der Intubation zu konzentrieren?

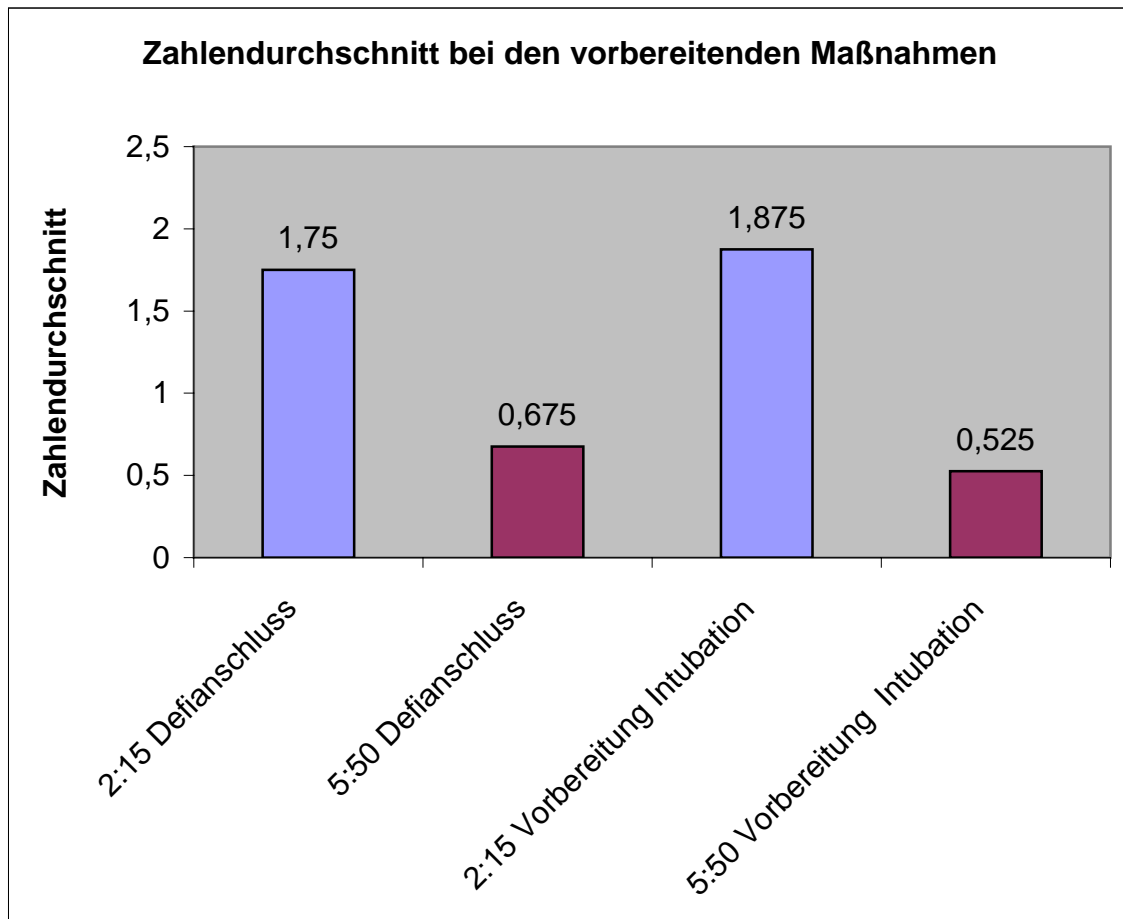
Bei Methode A antworteten 5 Probanden mit der Wertung null, 12 gaben die Wertung eins, 10 die Wertung zwei, 9 die Wertung drei und 4 die Wertung vier, die Wertung fünf wurde nicht angekreuzt; bei Methode B gaben 23 die Wertung null, 13 die Wertung eins und 4 die Wertung zwei, die Wertungen drei, vier und fünf wurden nicht angekreuzt (Mann-Whitney-U: tied P-value: 0,0001).

Abb. 20: Graphische Darstellung der Frage 7:



Legende: Methode A (2:15), Methode B (5:50)

Abb. 21: Zusammenfassende Grafik des errechneten Zahlendurchschnitts für die Vorbereitung der Defibrillation und Intubation bei 2:15 und 5:50:



### **5.2.2. Abschlussfragebogen**

Frage 1 und 2: Wie viele Reanimationen haben Sie in den letzten 3 Jahren ungefähr durchgeführt? Bei wie vielen Reanimationen waren Sie am Anfang zu zweit vor Ort? Im Schnitt haben die 40 Probanden in den letzten 3 Jahren 14,31 Reanimationen durchgeführt, dabei waren Sie bei 6,6 Reanimationen am Anfang zu zweit vor Ort.

Frage 3: Wie stressbehaftet empfinden Sie die Reanimation im täglichen Rettungsdienstalltag?

Die Wertung null wurde einmal angekreuzt, die Wertung eins einmal, 10x Wertung zwei, 16x die Wertung drei, 9x die Wertung vier und 3x die Wertung fünf.





---

## 5. Ergebnisse

Frage 5: Welcher Versuchsablauf verlief aus Ihrer Sicht ruhiger ab?

Als Antwortmöglichkeiten standen die Methode A, die Methode B oder beide gleich ruhig zur Auswahl.

Bei dieser Frage haben ein Proband die Methode A (2:15), 37 die Methode B (5:50) und ein Proband beide gleich ruhig angekreuzt.

Abb. 23: Graphische Darstellung der Frage 5:



---

## 5. Ergebnisse

Frage 6: Würden Sie einen Wechsel von 2:15 auf 5:50 für sinnvoll halten?

Hier haben 39 Probanden den Wechsel von Methode A (2:15) auf Methode B (5:50) für sinnvoll gehalten. Ein Proband wollte sich nicht festlegen und kreuzte „weiß nicht“ an.

Abb. 24: Graphische Darstellung der Frage 6:

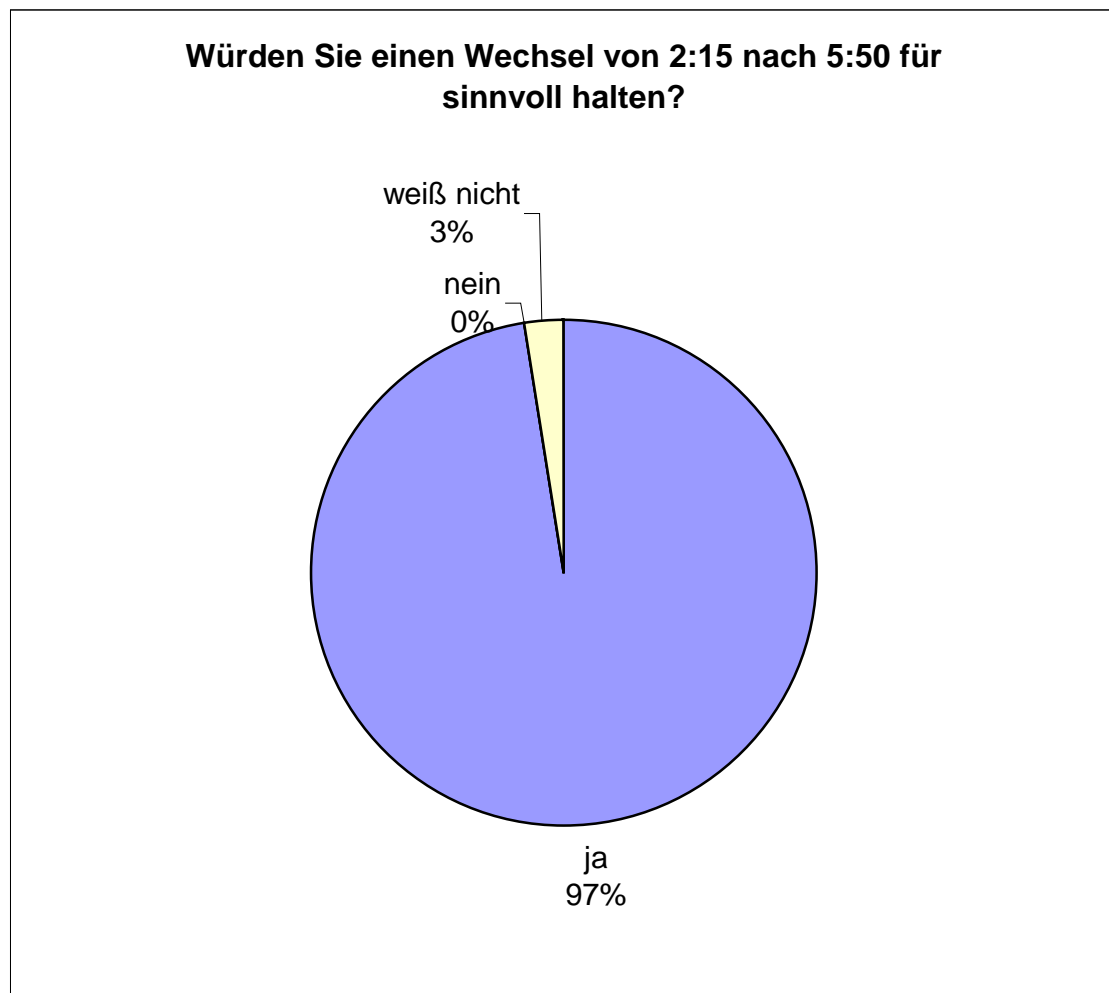
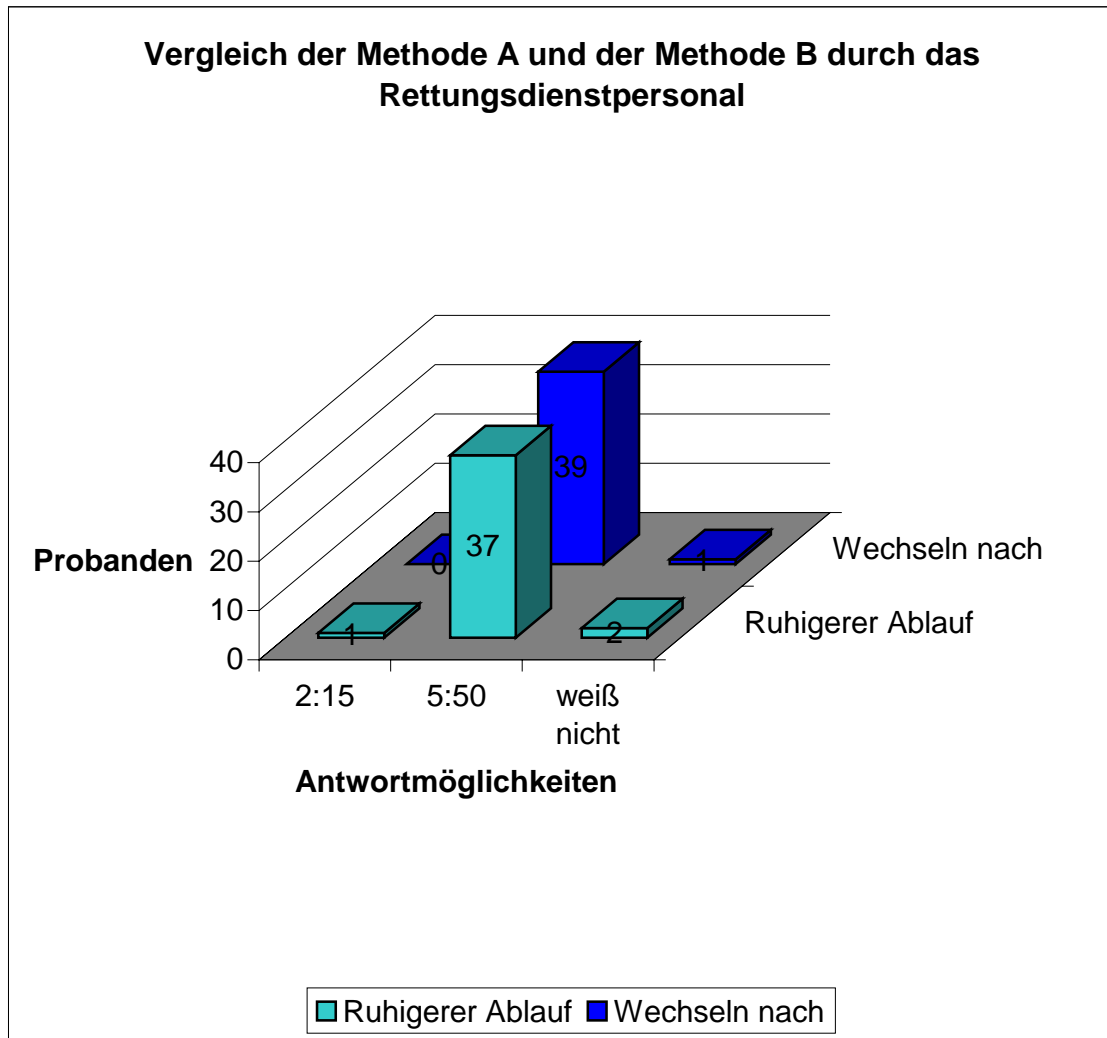


Abb. 25: Zusammenfassende Grafik des Vergleiches von 2:15 und 5:50:



Weiterhin hatten die Probanden die Möglichkeiten Bemerkungen zu den Versuchen zu machen. Viele der Probanden lobten die Ruhe während des Versuches. Vorbereitende Maßnahmen konnten zu Ende geführt werden. Die alternative Methode B wurde deutlich als weniger stressig empfunden.

### **5.3. Zusammenfassung der Ergebnisse**

In der vorliegenden Untersuchung am Modell konnte durch Veränderung des Ventilations-Kompressionsverhältnisses von 2:15 auf 5:50 eine signifikante Verkürzung der Zeitintervalls bis zur Erstdefibrillation wie auch den Start der Intubation erreicht werden. Weder bei der Anzahl an Kompressionen pro Minute noch beim Atemzeitvolumen fanden sich signifikante Unterschiede zwischen beiden Methoden.

Die Ergebnisse der Probandenbefragung zeigen, dass die einzelnen vorbereitenden Maßnahmen wie Defibrillatoranschluss und Intubation als signifikant weniger stressbehaftet eingeschätzt wurden und der Gesamtstress der Reanimation bei einem Ventilations-Kompressionsverhältnis von 5:50 signifikant geringer war. Nahezu alle Probanden befürworteten aus der Sicht der Anwenderfreundlichkeit eine Empfehlung zu Verwendung eines Ventilations-Kompressionsverhältnisses von 5:50 anstelle 2:15.

## 6. Diskussion

### 6.1. Bisherige Erkenntnisse

**Historie:** Die ersten Versuche der Reanimation beschränkten sich auf Manöver, wobei durch passive Weitung des Brustkorbs eine Sauerstoffanreicherung im Blut erreicht werden konnte (Manöver nach S. Jordan). Im 18. Jahrhundert wurde dann erstmalig die Mund-zu-Mund Beatmung beschrieben. 1878 kamen dann die ersten Versuche zur externen Herzdruckmassage hinzu. Im dritten Reich wurde die Beatmung noch durch eine künstliche Erweiterung und Verengung durch Arm- und Rippenbewegungen beschrieben. Bekannte Verfahren waren das Zwei-Arm-Verfahren, das Ein-Arm-Verfahren bei einseitiger Thoraxverletzung und das Rippenverfahren; Krueger R, 1938 [7]. Ab etwa 1960 wurden dann Beatmung mittels Atemspende oder Hilfsmittel mit Herzdruckmassage kombiniert durchgeführt, so dass man ab diesem Zeitpunkt von der modernen Kardiopulmonalen Reanimation sprechen kann; Greaves I et al., 1997 [8].

Die Empfehlungen zur genauen Durchführung dieser Verfahren haben in den vergangenen vier Jahrzehnten diverse Veränderungen durchlaufen, dennoch sind auch heute noch zahlreiche Fragen offen. Einer der aktuellen Schwerpunkte der internationalen Forschung im Bereich der Basismaßnahmen der Reanimation befasst sich mit der Erhebung von Daten über das ideale Verhältnis von Beatmung und Herzdruckmassage.

Ziel all dieser Maßnahmen ist es, bei Menschen, die aus den unterschiedlichsten Gründen einen Kreislaufstillstand erlitten haben, die

Wiederkehr eines Spontankreislaufs und damit ein Überleben zu erreichen. Mit der Kombination von Beatmung und kardialer Kompressionen soll ein Minimalkreislauf zur Sauerstoffversorgung aufrechterhalten werden. Zur Vermeidung dauerhafter Schäden lebenswichtiger Organe durch Sauerstoffmangel muss einerseits durch Beatmung Sauerstoff in die Lungen gelangen, andererseits jedoch durch Kompression des Brustkorbs von außen eine ersatzweise Pumpfunktion erzeugt werden, um eine ausreichende Gewebepfusion zu erzeugen.

An erster Stelle leidet das Gehirn unter einer Minderversorgung mit Sauerstoff und kann schon nach weniger als fünf Minuten ohne Sauerstoffversorgung irreversible Schäden davontragen; Schmidt RF et al., 2000 [9]. Die Überlebenschance sinkt demnach rapide mit dem immer späteren Beginn der Kardiopulmonalen Reanimation; Thompson RG et al., 1979 [10].

In den westlichen Industrieländern liegt die Inzidenz des plötzlichen Herztodes bei 100-600/ 100000 Einwohner pro Jahr mit einer morgendlichen Häufung. Das durchschnittliche Alter liegt bei 65 Jahren. 80 Prozent der Patienten haben initial ein Kammerflimmern, wobei die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Reanimation mit sieben bis zehn Prozent pro Minute abnimmt; Gyr NE et al., 2003 [11]. Dies erklärt die oftmals geringen Erfolgsquoten bei außerklinischen Reanimationen, da hier naturgemäß bis zum Eintreffen organisierter Hilfe in form des Rettungsdienstes oftmals bis zu zehn Minuten und mehr vergehen. Dieses therapiefreie Intervall kann nur durch Beginn der Reanimation durch Augenzeugen, das heißt durch Laien verkürzt werden; Belgian Cerebral Resuscitation Study Group, 2001 [12]. Mit dem Eintreffen des Rettungsdienstes endet jedoch nicht gleichzeitig das therapiefreie Intervall, denn zumindest für spezifische Interventionen, deren Durchführungszeitpunkt als zeitkritisch angesehen wird, sind vorbereitende Maßnahmen während bereits begonnener

Basisreanimation notwendig. Die vorliegende Studie untersucht den Einfluss verschiedener Ventilations-Kompressionsverhältnisse auf die Zeitabläufe mit Blick auf die Durchführung zeitkritischer Interventionen in der ersten Phase der Reanimation.

Die Wirksamkeit der Reanimation mit einer Kombination von Maskenbeatmung und kardialen Kompressionen kann als gesichert gelten und ist seit Jahren Gegenstand weltweiter Empfehlungen; ERC 2000, Idris AH et al. 1994, 1995 [13,14,15]. Die aktuellen Empfehlungen zur Reanimation stammen aus dem Jahre 2000 und sind erstmals durch einen weltweiten Zusammenschluss nationaler und supranationaler Fachgesellschaften (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation Canada, Inter American Heart Foundation and Resuscitation Councils of Southern Africa) im ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) erfolgt.

Aus wissenschaftlicher Sicht sind dennoch einige Fragen im Bereich Basic Life Support ungelöst: Wie viele Beatmungen sind tatsächlich in welcher Zeit erforderlich? Was ist das beste Ventilations-Kompressionsverhältnis? Wie können Advanced Cardiac Life Support Maßnahmen ohne Unterbrechung der Basic Life Support Maßnahmen durchgeführt werden?

Es gibt neue Ansätze, nach denen im Bereich der Laienreanimation durch Augenzeugen ohne Beatmung nur durch kardiale Kompressionen eine suffiziente Wiederbelebung versucht wird; Kern KB, 2000 [16]. Allerdings werden in diesen Versuchen nur die ersten fünf Minuten nach Herzstillstand untersucht, in denen die Oxygenation des Blutes durch noch in der Lunge

vorhandenen Sauerstoff erfolgt. Die Zeit ist allerdings deutlich begrenzt und als grundsätzliche Strategie für professionelle Hilfe, die erst später eintrifft und zeitlich möglichst unbegrenzt handeln muss, eher ungeeignet.

Die physiologischen Überlegungen, dass jede Unterbrechung der Herzdruckmassage einen relevanten Abfall des künstlich erzeugten Blutdrucks bewirkt, hat zu Versuchen der Verlängerung durchgehender Kompressionsphasen geführt. In den aktuellen Empfehlungen aus dem Jahre 2000 wurde deshalb bereits die bisherige „Zwei-Helfer-Methode“ mit Ventilations-Kompressionsverhältnis von 1:5 (einer Beatmung und fünf Kompressionen) von der alleinigen Empfehlung zur Anwendung der 2:15 Methode abgelöst; ILCOR, 2000 [1]. Dieser Zyklus erreicht möglicherweise noch keine optimalen Perfusionszeiten des Gewebes und erweist sich in der Praxis als schwer einhaltbar. Das Problem während einer optimalen Reanimation sind die Durchführung qualifizierter BLS (Basic Life Support)–Maßnahmen einerseits kombiniert mit den erweiterten ACLS (Advanced Cardiac Life Support)–Maßnahmen andererseits. Es müssen während Beatmung und Kompressionen die Elektrotherapie (Defibrillation), die Intubation und Medikamentengabe vorbereitet und durchgeführt werden. Diese Maßnahmen lassen sich eigentlich nur während der relativ längeren Kompressionsphase vorbereiten. Allerdings dürfen die Vorbereitungen der einzelnen Maßnahmen nicht zu Lasten der unterbrechungsfreien Durchführung der BLS–Maßnahmen geschehen. Andererseits müssen die erweiterten Maßnahmen, vor allem die Defibrillation so schnell wie möglich erfolgen. Hierzu gibt es verschiedene Lösungsansätze.

Eine Variante der BLS–Maßnahmen ist die sogenannte Überkopf–Reanimation, bei der der erste Helfer vom Kopfende aus wechselweise beatmet und die



Herzdruckmassage durchführt, während der zweite Helfer weitere Maßnahmen vorbereitet und gegebenenfalls durchführt. Diese Form der Herzdruckmassage ist derzeit nicht Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis und nicht empfohlen, weiterhin liegen Daten vor, bei denen bei „Überkopf-Reanimation“ eine geringere Anzahl an Kompressionen festgestellt wurden; Wolcke BB et al., 2002 [17].

In mehreren experimentellen Untersuchungen wurden verschiedene Ventilation-Kompressionsverhältnisse mit verschiedenen methodischen Ansätzen untersucht. Theoretische Simulationen haben gezeigt, dass eine echte Verbesserung der Perfusion erst bei mindestens 50 aufeinanderfolgenden Kompressionen erreicht wird; Turner I et al., 2002 [2]. Turner hat anhand einer Computersimulation gezeigt, dass sich zum einen erst ab der fünften Kompression ein ausreichender Perfusionsdruck aufgebaut hat, zum anderen wurde aber auch kein Unterschied in der Gewebeoxygenation zwischen dem Ventilations-Kompressionsverhältnis von 2:15 und 5:50 festgestellt. Weiterhin wurden Kompressionen ohne Ventilationen für eine länger dauernde Reanimation abgelehnt, da die Sauerstoffsättigung des arteriellen Blutes nach 3-5 Minuten ohne Beatmung unter 30 % abfällt.

Am Tiermodell konnte in einzelnen Untersuchungen belegt werden, dass häufige Unterbrechungen der Herzdruckmassage das Outcome verschlechtern. Berg RA hat 2001 in einem Tierversuch an Schweinen festgestellt, dass die Hämodynamik während einer Reanimation ohne zwischenzeitliche Beatmungen besser war als bei der Standardreanimation mit Herzdruckmassage kombiniert mit Beatmungen; Berg RA et al., 2001[3].

Yu T hat 2002 ebenfalls in einem Tierversuch gezeigt, dass die myokardiale Funktion sich verschlechtert, je länger die Pausen der Herzdruckmassage zum Durchführen der Defibrillation ist; Yu T et al., 2002 [4].

Weiterhin zeigte Kern KB 2002 eine Verbesserung des neurologischen Outcome bei durchgehenden Kompressionen ohne Beatmungspausen im Gegensatz zu herkömmlicher Reanimation mit Beatmungen kombiniert mit kardialen Kompressionen durch eine Person; Kern KB et al., 2002 [5].

1997 konnte Berg RA in einem Tierversuch zeigen, dass nach einem kurzen therapiefreien Intervall (5min) nach Einsetzen von Kammerflimmern die Gruppe mit kardialen Kompressionen alleine ein besseres neurologisches Outcome hatte als die Gruppen mit Kompressionen und Beatmungen, weiterhin überlebte keines der Versuchstiere, bei denen weder eine Herzdruckmassage noch eine Beatmung durchgeführt wurde; Berg RA et al., 1997 [18].

Seine Arbeitsgruppe konnte in einem Tiermodell zeigen, dass bei einem Myokardinfarkt das Outcome durch Kompressionen kombiniert mit Ventilationen (17% Sauerstoff + 4% Kohlendioxid) im Gegensatz zu durchgehenden Kompressionen nicht verbessert wurde; Berg RA et al. 1997 [19].

Allen Versuchen gleich waren die relativ kurzen Zeitintervalle nach dem Herzstillstand bis zum Beginn der BLS-Maßnahmen (2–7 min). Man kann vermuten, dass je länger das behandlungsfreie Intervall nach dem Herzstillstand ist, desto wichtiger wird auch die Ventilation in Kombination mit der Herzdruckmassage.

Kürzlich veröffentlichte Daten haben gezeigt, dass Patienten mit Kammerflimmern ein besseres Outcome haben, wenn mit den Standard-Basic-

Life-Support Maßnahmen vor der Defibrillation begonnen wurden wenn die Zeit bis zum Eintreffen qualifizierter Hilfe länger als 5 Minuten beträgt; Wik L et al., 2003 [20].

Auch Berg RA et al konnte eine Verbesserung auf das Ansprechen der Defibrillation zeigen, wenn vorher kardiopulmonale Kompressionen durchgeführt worden sind. Als therapiefreies Intervall wurden 8 Minuten gewählt; Berg RA et al., 2004 [21].

Auch zeigte Eftestol et al in einer Studie, dass der Erfolg der Defibrillation immer geringer wurde, je länger die Kompressionsphase vor der Defibrillation unterbrochen wurde; Eftestol T et al., 2002 [22].

Niemann JT et al untersuchte das Outcome von Schweinen nach einem therapiefreien Intervall von 5 Minuten mit sofortiger Defibrillation gegenüber kardiopulmonaler Reanimation vor der Elektrobehandlung. Es konnte eine signifikante Verbesserung des Outcome bei der Gruppe, die vor der Elektrotherapie kardiopulmonal reanimiert wurden, gezeigt werden; Niemann JT et al., 2000 [23].

Wenn das Kammerflimmern länger als 5 Minuten besteht, verbessert eine kardiopulmonale Kompressionsphase vor der Defibrillation das Outcome. Deshalb empfiehlt Wik L nur bei persistierendem Kammerflimmern unter einem Zeitintervall von 5 Minuten eine sofortige Defibrillation ohne vorangegangene Kompressionen; Wik L, 2003 [24].

Auf die Bedeutung der Kompressionspausen während Maßnahmen wie die Defibrillation wies auch Kloster RW hin. Durch längere Pausen könnte das Outcome negativ beeinflusst werden; Kloster RW, 2003 [25].

Weiterhin wurden Untersuchungen durchgeführt, welche zeigten, dass bei der Reanimation durch Laien die Beatmung nicht unbedingt notwendig seien.

Hallstrom A konnte keinen Unterschied im Outcome bei durch Laien begonnene Reanimation aufzeigen, ob Herzdruckmassagen alleine ohne Beatmungen oder in herkömmlicher Weise kombiniert mit Beatmungen durchgeführt wurden; Hallstrom A et al., 2000 [26].

Ähnliches zeigte Berg RA an einem Tierversuch an Schweinen. Auch hier konnte kein Unterschied im Outcome zwischen den beiden Methoden gezeigt werden. Als therapiefreies Intervall wurden hier 2 Minuten gewählt bevor die Reanimation gestartet wurde; Berg RA et al., 1995 [27].

In einem Reanimationsmodell an Schweinen konnte auch Noc M zeigen, dass es keinen signifikanten Unterschied im neurologischen Outcome zwischen den beiden Versuchsabläufen Kompressionen alleine gegenüber Kompressionen kombiniert mit Beatmungen gibt. Therapiefreies Intervall waren hier 4 Minuten; Noc M et al., 1995 [28].

Auch Kern KB empfiehlt auf der Basis von Tierversuchen 1998, dass es möglicherweise eine Empfehlung zum Beginn einer Reanimation durch Laien nur Herzdruckmassage alleine ohne Beatmungen durchgeführt werden sollte bis professionelle Hilfe eingetroffen ist; Kern KB et al., 1998 [29].

Der Unterschied zwischen Herzdruckmassage alleine und kombiniert mit 2 Beatmungshüben konnte Heidenreich JW et al 2004 verdeutlichen. In einem Versuch mit in Reanimationsmaßnahmen trainierten Helfern wurden mehr als

die doppelte Anzahl von kardialen Kompressionen pro Minute durchgeführt bei Herzdruckmassage alleine im Gegensatz zu der Standardreanimation. Auch diese Arbeitsgruppe empfiehlt eine Laienreanimation mit Kompressionen ohne Beatmungshübe; Heidenreich JW et al., 2004 [30]

Weiterhin ist eine Laienreanimation mit Herzdruckmassage alleine ohne Ventilation leichter durchführbar und besser erlernbar; Heidenreich JW et al., 2004 [31].

Auch Berg RA et al konnte keine Verbesserung des Outcomes bei einer Reanimation an Schweinen mit einem therapiefreien Intervall von 2 Minuten feststellen, wenn einerseits nur kardiale Kompressionen oder sie kombiniert mit Ventilationen durchgeführt werden; Berg RA et al., 1995 [32].

Bei längerdauernden Reanimationen auch durch Laien allerdings wurde die Notwendigkeit der Ventilation kombiniert mit kardialen Kompressionen bewiesen. Dorph E et al. zeigte, das bei einem Ventilations-Kompressionsverhältnisses von 2:30 die arterielle Sauerstoffversorgung optimal ist, während sie bei alleiniger Herzdruckmassage innerhalb kurzer Zeit rapide abfällt; Dorph E et al., 2004 [33].

Sanders et al. verglich in einem Tierversuch mit Schweinen das neurologische Outcome nach Reanimation mit unterschiedlichen Ventilations-Kompressionsverhältnisse. Wobei das Outcome besser wurde je länger das Kompressionsintervall wurde bis zu einem Verhältnis von 2 Beatmungen zu 100 Kompressionen; Sanders AB et al., 2002 [34].

Babbs und Kern führten eine physiologische und mathematische Analyse der Ventilations-Kompressionsverhältnisse unter realistischen und praktischen Gesichtspunkten durch. Unter der Bedingung der maximalen Sauerstoffversorgung wurde ein Ventilations-Kompressionsverhältnis von ungefähr 2 Beatmungen zu 30 Kompressionen ausgerechnet; Babbs CF, 2002 [35]. Abschließend kann man davon ausgehen, dass Unterbrechungen der Kompressionen vermieden bzw. minimiert werden sollten.

Turner I et S zeigte in einem theoretischen Modell, dass das ideale Verhältnis von Blutfluss, arterielle und venöser Blutgasanalyse zwischen Kompressionen und Beatmungen bei 20:1 liegt. Auch ist eine zügige Intubation anzustreben, weil ab diesem Zeitpunkt Kompressionen und Beatmungen parallel durchgeführt werden können und die Effektivität der Reanimation verbessert werden kann; Turner I et S, 2004 [36].

Weiterhin konnte Dorph et al. in einer Simulation einer Kinderreanimation durch eine Person demonstrieren, dass es zu keinem Verlust an Atemminutenvolumen kommt, wenn man sowohl mit einem Ventilations-Kompressionsverhältnis von 1:5 als auch mit 2:15 reanimiert; Dorph E et al., 2002 [37].

In einer Versuchsreihe an narkotisierten Patienten konnte die Gleichwertigkeit zweier Beatmungsvarianten, die einem Ventilations-Kompressionsverhältnisses von einerseits 2:15 und andererseits 5:50 entsprechen. Dabei wurde auf die Vorteile längerer Kompressionsintervalle hingewiesen; Kill C et al., 2004 [38].

Das alles unterstreicht die Wichtigkeit der längeren Perioden der Kompressionen mit minimaler Unterbrechung durch die Beatmung, wobei die optimale Anzahl der Beatmung zu diesem Zeitpunkt noch nicht gefunden wurde.

Des Weiteren zeigte Wik et al. das längere Kompressionsphasen auch das Management der Reanimation im Bezug auf die Advanced Cardiac Life Support Maßnahmen verbessern; Wik L et al., 1996 [39].

Daher entstand die Idee, den Rhythmus der BLS-Maßnahmen von derzeit 2:15 auf 5:50 zu ändern. Das Augenmerk dieser Studie lag dabei auf die ersten Minuten der Reanimation durch qualifizierte Helfer. Im Gegensatz zu kardiopulmonalen Reanimationen durch Laien, welche den Herzstillstand direkt beobachten, wurde hier von einer unbekanntem Zeit ohne Ventilation oder ungenügender Ventilation durch Laien ausgegangen, bevor qualifizierte Helfer die Reanimation begannen. Das war auch der Grund, warum in dieser Studie ein Ventilations-Kompressionsverhältnis von 5:50 als alternative Methode ausgewählt wurde anstelle Ventilations-Kompressionsverhältnisse mit einer niedrigeren Anzahl an Ventilationen von zum Beispiel 2:30 oder 2:100.

Bei Gleichwertigkeit der Ventilation (alveolären Sauerstoffversorgung) kann hier nach Verbesserungen im zeitlichen Ablauf der Reanimation, einer möglicherweise verbesserten Perfusion des Gewebes durch längere Kompressionsphasen, dem damit wahrscheinlich verbesserten Outcome und einem stressfreien Algorithmus mit den daraus resultierenden Vorteilen gesucht werden; Kill C et al., 2002 [6]. Entscheidend dabei ist, dass es keinen klinisch signifikanten Unterschied der Sauerstoffversorgung der Lunge beider Versuche

gibt. Damit würde man einen Kompromiss zwischen nötiger Ventilation aber auch länger dauernder Kompressionsphasen finden.

Eine Empfehlung zur Vermeidung von Pausen der Herzdruckmassagenphasen wurden auch von Kern KB hervorgehoben. Bei Reanimationen alleine sollte das Hauptaugenmerk auf die Massage gerichtet werden und professionellen Helfern sollten bei allen erweiterten Maßnahmen im Rahmen Advanced-Cardiac-Life Support immer versuchen die kompressionsfreien Intervalle so kurz wie möglich zu halten; Kern KB, 2003 [40].

Auch Chamberlain D et al wies auf die Bedeutung von so kurz wie möglich gehaltenen Pausen zwischen den einzelnen Kompressionsphasen hin; Chamberlain D, 2003 [41].

## **6.2. Methodenkritik**

Die Einhaltung von standardisierter Untersuchungsbedingungen bei Reanimationen am Patienten erscheint äußerst schwierig, insbesondere wenn differenzierte Messungen zu zeitlichen Abläufen erfolgen sollen. Die Vielfältigkeit der realen Notfallsituation erzeugt eine große Zahl unkalkulierbarer Störgrößen, die eine präzise Bewertung sehr erschweren. Dies legt nahe, konkrete Fragestellungen im Tierexperiment oder in einer Simulation am Modell im Labor zu untersuchen. Limitiert wird eine solche Simulation von der nur eingeschränkten Verwertbarkeit für die Vorhersage des Gesamterfolges einer Therapie, also dem Outcome im Sinne des Überlebens eines Kreislaufstillstandes. Die Untersuchung alternativer Therapieformen wie



beispielsweise eine neue Form der Reanimation am Patienten erfordert große Fallzahlen und ist ethisch nur zu vertreten, wenn in Voruntersuchung am Tiermodell und in der Modellsimulation eine umfassende Datengrundlage geschaffen wurde.

Aufgrund der genau umrissenen Fragestellung mit der Notwendigkeit der Erfassung genauer Parameter und standardisierten Bedingungen wurde für die vorliegende Untersuchung eine Simulation am Modell (Phantom) mit freiwilligen Probanden als Studiendesign gewählt.

### **6.2.1. Versuchsdurchführung**

Durch die Verwendung eines Reanimationstrainers als Modell konnten Störgrößen auf der „Patientenseite“ eliminiert werden, der simulierte Patient ist beispielsweise immer gleich leicht oder schwierig zu beatmen. Die zeitliche Planung der Versuche konnte unabhängig vom Auftreten von Notfallereignissen erfolgen. Es konnte eine gleichbleibende Versuchsumgebung geschaffen werden, um umgebungsbedingte Störfaktoren zu minimieren. Diese „Idealumgebung“ bedingt die bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse, lässt allerdings eine Übertragung der absoluten Messwerte auf reale Situationen nicht ohne weiteres zu.

Im Versuchsablauf wurde auf übliche, anfängliche Maßnahmen (Ansprechen des Patienten, Atem- und Pulskontrolle) verzichtet, da diese Maßnahmen bei beiden untersuchten Methoden identisch gewesen wären und somit für die weitere Untersuchung ohne Belang waren. Somit wurde mit der Beatmung begonnen und mit dem Ende der Intubationsvorbereitung auch der Versuch

beendet. Nach erfolgter Intubation wird eine asynchrone Beatmung bei durchgehenden Kompressionen ohne festes Ventilations-Kompressionsverhältnis empfohlen, somit ist dieser Zeitraum für die Fragestellung ohne Einfluss.

Die Verwendung aus dem Arbeitsalltag bekannter Materialien (Rettungsrucksack, Defibrillator von Corpuls) ermöglichte einen sicheren und geübten Umgang hiermit, zumal da die Probanden mindestens seit drei Jahren beim Rettungsdienst Mittelhessen arbeiteten. Hierdurch konnten Unterschiede im Lernen des Umgangs mit neuen Arbeitsgeräten minimiert werden.

In der Praxis werden Einmal-Defibrillationselektroden auf den Thorax des Patienten geklebt. Diese Elektroden sind für die Verwendung auf der Hautoberfläche vorgesehen und konnten deshalb nicht für die Stromübertragung am Modell mit kleinflächigen Metallkontakten verwendet werden. Deshalb wurden anstelle der Klebeelektroden spezielle, auf den Kontaktflächen des Reanimationstrainers einrastbare Adapter verwendet. Der dazu erforderliche Arbeitsaufwand ist mit dem Anbringen der Klebeelektroden am Patienten vergleichbar.

Im Versuchsablauf wurde eine Minimalversion der Intubationsvorbereitung verwendet. Es mussten lediglich ein Tubus auf die Dichtigkeit getestet, ein Laryngoskop und ein Stethoskop bereitgelegt werden. Natürlich gehören in der Praxis je nach Gegebenheiten noch weitere Maßnahmen wie die Gleitfähigkeitserhöhung des Tubus mittels Gleitcreme, ferner das Einführen eines Intubationsführungsstabes, Herstellen der Absaugbereitschaft und auch das Bereitlegen weiterer Tuben angrenzender Größen dazu.

Die Versuchsdurchführung wurde je zur Hälfte mit Methode A (2:15) und Methode B (5:50) begonnen, der jeweils zweite Versuch eines Probandenpaares wurde in zeitlichem Abstand durchgeführt, um Trainingseffekte zu minimieren.

Die Erhebung der Messdaten durch die integrierte Zeit und Volumenmessung des Reanimationstrainers mit Erstellung von Ausdrucken verhinderte Messungenauigkeiten durch manuelles „Stoppen“ von Zeiten durch den Versuchsleiter.

### **6.2.2. Fragebögen**

Die Probanden erhielten zwei Arten von Fragebögen, je einen nach jedem Reanimationsversuch und einen am Ende. Die Fragebögen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut der Medizinischen Psychologie Marburg erarbeitet. Die Fragen wurden auf der Basis von Rating Skales gestellt, so dass sich jeder Proband nicht auf eine Antwort im Rahmen Multiple Choice festlegen musste, sondern anhand einer Skala antworten konnte. Auf Formulierungen wie „besser“, „gleich gut“ und „eher“ wurde verzichtet um eine Antworttendenz zu vermeiden. Des weiteren wurden eindeutige Antwortmöglichkeiten gegeben.

Die einzelnen Fragen dürfen nicht kompliziert oder mehrdeutig gestellt werden, damit der Proband aufgrund von Missverständnissen keine falschen Antworten gibt; Rosler HD, 1996 [42].

Der erste Fragebogen (Reanimationsfragebogen, siehe Anhang), welcher nach jedem Reanimationsversuch beantwortet werden sollte, erfasste das subjektive

Empfinden und die Einschätzung des Probanden seiner eben durchgeführten Maßnahmen. Damit der Proband nicht zu Gunsten des einen oder anderen Versuches sich äußern konnte, wurde direkt nach Durchführung von Versuch A (Methode A) und nach Versuch B (Methode B) der Fragebogen ausgefüllt. Auch waren die Erinnerungen an die einzelnen Maßnahmen zu diesem Zeitpunkt am greifbarsten.

Zu den einzelnen Fragen:

Zu Beginn wurde die Position des Probanden und um welchen Versuch es sich handelte abgefragt. Durch den Versuchsleiter wurde außerdem noch vermerkt, mit welchem Versuch angefangen wurde.

Frage 1: Hier sollte der Proband den subjektiven Stress während der eben durchgeführten Reanimation benoten. Verwendet wurde eine Rating Skale zwischen null (überhaupt kein Stress) und fünf (außerordentlich viel Stress). Anhand dieser Frage konnte ein Stressunterschied zwischen beiden Versuchen untersucht werden.

Frage 2 – 5: Hier wurde nach subjektiv empfundenen Problemen gefragt (Fehlern, sinnlose Handlungen, Abweichungen vom vorgeschriebenen Algorithmus). Der Proband hatte hier zwischen den Antwortmöglichkeiten nie, einmal oder mehrmals die Wahl.

Frage 6 und 7: Dabei wurden die Konzentration während der durchgeführten Basisreanimationen auf die einzelnen Maßnahmen wie Intubationsvorbereitung und Anschluss des Defibrillators abgefragt (wieder mit der schon bekannten

Rating Skale). Auch hier konnte ein Unterschied zwischen den beiden Versuchen untersucht werden.

Im Abschlussfragebogen wurden generelle Dinge wie Berufsstatus, Berufserfahrung und Reanimationserfahrung erfasst. Dies diente zur Einschätzung und Beurteilung der Probanden. Weiter wurde hier eine vergleichende Einschätzung beider Methoden durch den Probanden gefordert.

Frage 4: Hier wurde mittels Rating Skale nach dem Stress während einer Reanimation im täglichen Rettungsdienstalltag gefragt. Da auch über den Einfluss von Stress während Reanimation diskutiert werden soll und über Unterschiede zwischen den einzelnen Methoden, diente diese Frage auch zur Klärung der Relevanz eines stressfreien Algorithmus.

Frage 5 und 6 waren abschließende Fragen zur Zusammenfassung und dem direkten Vergleich beider Methoden.

Danach hatte jeder Proband die Möglichkeit Ideen, Vorschläge oder Gedanken zu diesen Versuchen festzuhalten. Auf die Ergebnisse wird weiter unten in diesem Kapitel noch ausführlich eingegangen.

### **6.3. Diskussion der Ergebnisse**

#### **6.3.1. Messdaten**

##### **6.3.1.1. Beatmung**

Das durchschnittliche Atemzugvolumen unterschied sich bei beiden Methoden nicht signifikant voneinander. Das errechnete Atemminutenvolumen war ebenfalls ohne signifikanten Unterschied. Dies bedeutet, dass bezüglich des Atemzeitvolumens beide Methoden als gleichwertig angesehen werden können. Dies überrascht vordergründig, da rein rechnerisch bei Methode B weniger oft beatmet werden muss als bei Methode A, sofern eine einzelne Beatmung immer gleich lange dauert. Erklärbar wird der fehlende Unterschied durch die größere zeitliche Effizienz bei Methode B, da die Wechsel zwischen Ventilation und Kompression mit Neupositionierung der Beatmungsmaske ebenfalls etwas Zeit erfordert. Dies deckt sich mit Voruntersuchungen unserer Arbeitsgruppe (Kill C et al, Universität Marburg).

In der Praxis passiert es zudem regelmäßig, dass die erste Beatmung nach Positionierung der Beatmungsmaske korrekturbedürftig ist und eine zusätzliche Beatmung erfordert, um tatsächlich zwei wirksame Beatmungszüge (bei 2:15) zu verabreichen.

### **6.3.1.2. Kompressionen**

Wie oben bereits dargelegt, existieren Hinweise, dass mehr als 15 Kompressionen ohne Pausen besser für die Zirkulation sind als kurze Kompressionsphasen. Es erfordert vier bis sechs Kompressionen, um überhaupt einen ausreichenden Perfusionsdruck aufzubauen, damit die lebenswichtigen Organe mit Sauerstoff versorgt werden können; Turner I et al, 2002 [2]. Die Bedeutung der möglichst unterbrechungsfreien und richtig durchgeführten Kompressionen ist unumstritten für den Erfolg der Reanimationen besonders wichtig.

In diesem Versuch waren die Anzahl der Kompressionen pro Minute bei Methode A und bei Methode B ähnlich mit einer gering höheren Anzahl bei Methode B. Somit erscheint bei bloßer Betrachtung der Anzahl an Kompressionen Methode B als mindestens gleichwertig. Beachtete man den relativ geringen Anteil an nur schlecht wirksamen Kompressionen nach erfolgten Beatmungen zu Beginn der Kompressionsphase, so erscheint Methode B im bezug auf den Perfusionsdruck klar überlegen.

### **6.3.1.3. Zeitabläufe**

Der schnellstmögliche Beginn der Reanimation und der Defibrillation ist für das Überleben des Patienten entscheidend; Thompson RG et al., 1979 [10]. Auch wurde belegt, dass die Zeitdauer bis zur Defibrillation maßgeblich das Outcome beeinflusst; Valenzuela TD, 1997 [43].

Mit dem Versuch, die Reanimation so standardisiert wie möglich vergleichen zu können, wurde auf das Ansprechen des Patienten, die Atemkontrolle, Pulskontrolle, Positionieren der Ausrüstung und das Vorbereiten des Beatmungsequipments verzichtet, da es die Zeiten unnötig verlängert und verzerrt. Der Ablauf jeder Reanimation ist bis zum Beginn, unabhängig davon nach welchem Algorithmus gearbeitet wird, immer gleich. Die erste Zeitspanne, welche von Interesse war, war der Start der Beatmung bis zum Start der EKG-Analyse. Bei Methode A waren es im Durchschnitt 67 Sekunden und bei Methode B nur 51 Sekunden. Bis zum ersten Schock waren es bei Methode A 78 und bei Methode B 63 Sekunden. Damit erfolgte die Defibrillation bei Methode B mehr als 15 Sekunden früher als bei Methode A. Wichtig ist es, so schnell wie möglich mit der Elektrotherapie zu beginnen, denn eine frühzeitige Defibrillation erhöht die Überlebensrate auf 40%, Gyr NE et al., 2003 [11]. Es gab sogar Ansätze, welche ohne BLS-Maßnahmen direkt mit der Elektrotherapie begonnen haben um so schnell wie möglich defibrillieren zu können.

Die klinische Relevanz von durchschnittlich 15 Sekunden früherer Defibrillation ist nicht sicher bewertbar, stellt allerdings einen eindeutigen Trend dar. Bei der aufgrund der Versuchsanordnung ohnehin sehr kurzen Zeit bis zur Defibrillation muss daher vielmehr die relative Zeitersparnis zwischen den Methoden betrachtet werden. In realen Fällen, bei denen Verzögerungen bis zum Anschluss des Defibrillators beispielsweise aufgrund erschwerter Rahmenbedingungen am Notfallort entstehen, ist zu erwarten, dass die absolute Zeitersparnis durch Methode B deutlich größer und damit zunehmend relevanter wird.



In diesem Versuchsaufbau wurde nach ILCOR Empfehlung dreimalig mit 120J, 120J und 200J (biphasische Defibrillation) in Reihe ohne Unterbrechung durch BLS-Maßnahmen im Halbautomatenmodus geschockt. Die Defibrillationszeit vom Beginn der EKG-Analyse bis zum Ende des 3. Schocks unterschied sich nicht signifikant in beiden Gruppen und dauerte jeweils etwa 43 Sekunden. Dieser Zeitraum ohne Herzdruckmassage erscheint trotz Verwendung eines modernen, schnellen Defibrillators relativ lange, was die Sinnhaftigkeit der Empfehlung zur 3maligen Defibrillation in Serie ohne zwischenzeitliche Herzdruckmassage zur Diskussion stellen könnte.

Die Sicherung des Atemweges mittels endotrachealer Intubation bei Erfolglosigkeit der ersten 3 Defibrillationsversuche gilt als Class 1-Empfehlung nach ILCOR und ermöglicht eine Atemwegssicherung mit Aspirationsschutz und die Verabreichung von Medikamenten noch vor der Anlage eines Venenzugangs. Auch die Intubation muss während laufender BLS-Maßnahmen vorbereitet werden. In diesem Versuch konnte bei Methode B für die Vorbereitung der Intubation während der BLS-Maßnahmen signifikant früher abgeschlossen werden als bei Methode A, obwohl der Umfang der vorbereitenden Maßnahmen auf das Notwendigste beschränkt war.

In Summation der Zeiten als Gesamtzeit vom Start bis zum Ende der Intubationsvorbereitung entstanden Durchschnittszeiten von 83 Sekunden bei Methode A und 150 Sekunden bei Methode B, also ein Zeitgewinn von über 30 Sekunden durch das alternative Verfahren.

Somit können entsprechend früher Medikamentengaben erfolgen und eine unterbrechungsfreie Herzdruckmassage des intubierten Patienten mit allen Vorteilen für die Gewebepfusion erfolgen.

Zusammenfassend kann schlussgefolgert werden, dass das alternative Ventilations-Kompressionsverhältnis von 5:50 signifikanten Zeitgewinn bei der Durchführung lebensrettender Maßnahmen ohne Nachteile in Bezug auf Beatmung und Herzdruckmassage bewirkt.

### **6.3.2. Probandenbefragung**

Jede Reanimation verlangt dem Durchführenden schnelles und richtiges Handeln ab. Das Wissen, dass man sich keine Fehler erlauben darf und wichtige Entscheidungen in sehr kurzer Zeit treffen muss, kann Stress erzeugen. Selbst im Rettungsdienst, wo die Mitarbeiter für diese Situationen besonders geschult werden, schleichen sich Fehler und Unruhe in den Ablauf ein. Eine Reanimation ist generell die Art von Einsatz, bei der der ersteintreffenden Besatzung eines Rettungswagens ohne sofort verfügbare ärztliche Hilfe die meisten invasiven Techniken abverlangt werden. Es müssen zusätzlich zu suffizienten BLS-Maßnahmen erweiterte Maßnahmen wie die Defibrillation, Intubation und die Medikamentengabe durchgeführt werden. Gerade deshalb ist es nötig, dass die Algorithmen der Reanimation häufig geübt und so einfach wie möglich gestaltet werden, um übermäßigen Stress zu vermeiden. Hierdurch können Abläufe auch zeitlich optimiert werden. Bei der Entwicklung von Behandlungsalgorithmen sollten deshalb neben rein medizinischen Erwägungen die Realisierbarkeit in der Praxis und die resultierende Stressbelastung für das Personal beachtet werden.

Es war wichtig zu sehen, wie das Rettungsdienstpersonal mit der Methode B zurecht kam. Es nützt nichts, wenn bessere Zeiten der Methode B (5:50) mit

einer höheren Fehlerquote einhergehen und es zu einem subjektiv vermehrt stressbehafteteren Empfinden kommt.

### **6.3.2.1. Reanimationsfragebogen**

Nach jedem Reanimationsablauf bekamen die Probanden einen Fragebogen, welcher sich mit der subjektiven Einschätzung der eben durchgeführten Reanimation beschäftigt. Danach wurden die Antworten beider Fragebögen verglichen. Es wurde signifikant die Reanimation nach Methode B (5:50) als weniger Stress erzeugend empfunden.

Die Konzentration auf die einzelnen vorbereitenden Maßnahmen (Anschluss Defibrillator und Vorbereitung der Intubation) fiel den Probanden bei Methode B (5:50) deutlich leichter. Durch die längeren Phasen der Kompressionen durch den Seitenhelfer hatte der Kopfhelfer mehr Ruhe und Zeit, um sich mit den einzelnen zusätzlichen Maßnahmen zu beschäftigen. Die Vorbereitung der Maßnahmen erfolgte ruhiger, konzentrierter und deshalb wohl auch schneller. Während bei Methode A (2:15) einzelne Handgriffe durch die Unterbrechungen der Beatmungen doppelt stattfanden oder nicht zu Ende ausgeführt werden konnten, gelang es den Probanden bei Methode B (5:50) doch meist in einem Zyklus. Die häufigen Unterbrechungen schränkten den Überblick über den Gesamt Ablauf ein.

Unerwartete Probleme in der rettungsdienstlichen Praxis, wie örtliche Gegebenheiten (schwierige Raum- oder Gelände verhältnisse), hysterische Angehörige, die es zu beruhigen gilt, Versagen des Materials (Sauerstoffflasche

leer, Beatmungsbeutel undicht) können möglicherweise leichter gelöst werden, wenn dem Helfer am Kopfende längere Arbeitsphasen zur Verfügung stehen.

Es geht dabei nicht nur um das Wohl des Patienten, der natürlich von einem schnelleren und suffizienteren Ablauf profitieren würde, es spielen auch andere Aspekte eine Rolle. Größere Ruhe und Übersichtlichkeit verbessern auch die Eigensicherheit des Personals durch bessere Übersicht am Notfallort, geringerer Zeitdruck beispielsweise bei Punctionen mit Verletzungsgefahren. Je ruhiger Maßnahmen durchgeführt werden können, desto geringer ist auch die Fehlerquote der einzelnen Maßnahmen (Kap. Ergebnisse Abb.17).

#### **6.3.2.2. Abschlussfragebogen**

Im Durchschnitt wurden in den letzten 3 Jahren 14,5 Reanimationen von den Probanden durchgeführt, wobei die Werte zwischen 0 und 30 Reanimationen schwanken. Diese Zahl zeigt, dass Reanimationen regelmäßig, aber relativ selten vorkommen und damit nicht zur alltäglichen Routine gehören. In dem Abschlussfragebogen wurde am Ende noch um die vergleichende Beurteilung beider Methoden gebeten, wobei der Ablauf nach Methode B (5:50) als deutlich ruhiger beurteilt wurde als die Methode A (2:15). Auf die Frage hin, ob sie einen Wechsel zu Methode B (5:50) befürworten würden, kam eine fast einstimmige Antwort zu Gunsten der alternativen Vorgehensweise.

Diese Antwort war sehr deutlich, obwohl die Probanden seit Jahren mit Methode A (2:15) arbeiten und trotz nur einer kurzen Einführung besser mit der Methode B (5:50) zurecht gekommen sind. Möglicherweise wären die

Zeitenveränderungen bei der neuen Methode B noch deutlicher, wenn die Probanden diese lange geübt hätten. Dies beweist auch, dass die Umstellung von Methode A auf Methode B kaum Probleme machen würde, was das Erlernen des Algorithmus angeht.

Unter Bemerkungen auf dem Abschlussfragebogen wurden von einigen Probanden auch die Leichtigkeit der Methode B (5:50) erwähnt und dass man „endlich einmal genügend Zeit zum Vorbereiten der einzelnen Maßnahmen hat“. Es ist natürlich deutlich angenehmer, wenn man jeden Handgriff in Ruhe fertig machen kann wie bei Methode B, als wenn man die Handgriffe immer wieder unterbrechen muss. Bei Auftreten von Problemen fällt es schwer, die nötige Ruhe zum Lösen der Probleme zu bewahren. Auch fiel auf, dass bei einigen Reanimationen nach Methode A erst noch schnell ein Handgriff fertig gemacht wurde, bevor mit der Beatmung fortgesetzt werden konnte. Dabei entstanden unnötige Pausen nach der Kompressionsphase, welche zum Positionieren der Beatmungsmaske benötigt wurde.

Zusammenfassend kann aus den Ergebnissen der Probandenbefragung schlussgefolgert werden, dass das alternative Verfahren trotz mangelndem Training in seiner Anwendung in allen Punkten günstiger bewertet wird und nahezu alle Probanden die Empfehlung zur Anwendung dieser Methode begrüßen würden.

#### **6.4. Weitere Aspekte**

Bei dem gewählten Versuchsaufbau hatte der Seitenhelfer außer der Durchführung der Kompressionen keine weitere Aufgabe. Somit kann diese Form des Ablaufs auch mit wenig trainiertem Seitenhelfer, wie beispielsweise einem ausgebildetem Laienhelfer, durchgeführt werden. Hier liegt ein weiterer Vorteil gegenüber der oben erwähnten „Überkopf-Reanimation“. In der rettungsdienstlichen Praxis würden zusätzliche Maßnahmen durch den dazu qualifizierten Seitenhelfer während der Beatmungsphase und Defibrillationsphase zusätzlich den Ablauf beschleunigen können, was tatsächlich aber wahrscheinlich erst bei der etwas längeren Beatmungsphase von 5 Beatmungen in Folge sinnvoll nutzbar sein dürfte.

In der Laienausbildung in Herz-Lungen-Wiederbelebung wäre eine Ausbildung in der Methode B auch von Vorteil. Laien neigen, dazu bei wechselnden Aufgaben (Beatmung und Herzdruckmassage) längere Pausen zu machen. Die Methode B (5:50) würde zwar die Pausen zwischen Beatmungen und Herzdruckmassagen nicht verhindern, würde aber zu einer längeren pausenlosen Durchführung der lebensrettenden Kompressionen führen. In der Rettungskette ist die Laienausbildung und –hilfe der Schlüssel zu einer erfolgreichen Reanimation, da bei nicht begonnenen Wiederbelebensmaßnahmen die Überlebenschance der Patienten bei Eintreffen erster qualifizierter Hilfe (Hausarzt, Rettungsdienst) schon deutlich niedriger ist; Thompson RG et al., 1979; Belgian Cerebral Resuscitation Study Group, 2001 [10,12].

### **6.5. Ausblick in die Zukunft**

Die vorliegenden Ergebnisse bilden in Zusammenschau mit anderen Literaturdaten die Grundlage für weitere, klinische Untersuchungen. Bislang existieren keine aussagekräftigen Daten aus großen, randomisierten, klinischen Studien, die das Outcome unter dem Gesichtspunkt alternativer Ventilations-Kompressionsverhältnisse bewerten helfen.

Ergänzend zu den vorliegenden Daten scheinen ausführliche tierexperimentelle Untersuchung an hinreichend großen Kollektiven zu differenzierten Erfassung der Auswirkung verschiedenster Ventilations-Kompressionsverhältnisse von Nöten, um die „best ventilation/compression-ratio“ zu finden. Bei all diesen Konzepten ist jedoch eine Simulation der praktischen Abläufe in der Simulation am Modell zur Sicherstellung der praktischen Anwendbarkeit zu fordern.

## **7. Zusammenfassung**

In der ersten Phase einer kardiopulmonalen Reanimation durch zwei professionelle Helfer müssen Advanced-Cardiac-Life-Support (ACLS) - Maßnahmen (Frühdefibrillation, Intubation und die Medikamentenapplikation) möglichst ohne Unterbrechung der Basic-Life-Support (BLS) -Maßnahmen (Beatmung und die externe Herzdruckmassage) durchgeführt werden.

Das Ziel dieser Studie war es, den Unterschied zwischen den Zeitintervallen vom Beginn der BLS-Maßnahmen bis zur 1. Defibrillation und vom Beginn der BLS -Maßnahmen bis zur Intubation bei zwei unterschiedlichen Ventilations-Kompressionsverhältnisse zu untersuchen. Es wurden die Ventilations-Kompressionsverhältnisse 2:15 (Methode A: heutiger Standard) und 5:50 (Methode B: alternatives Verfahren) ausgewählt.

In einer randomisierten Studie führten 40 in kardiopulmonaler Reanimation trainierte Helfer (Rettungsassistenten/-sanitäter) wechselweise eine standardisierte Reanimation mit BLS- und ACLS-Maßnahmen mit einem Ventilations-Kompressionsverhältnisses von 2:15 und 5:50 gemäß den heute gültigen Richtlinien von der ILCOR (International Liaison Committee of Resuscitation) an einem Reanimationsmodell (Resusci Skillreporter Anne, Laerdal, Norwegen) durch.

Die BLS-Maßnahmen wurden mit der Ventilation mittels Beatmungsbeutel und -maske begonnen, ein halbautomatischer Defibrillator (Corpuls 08/16S biphasic) wurde konnektiert, die EKG Analyse (Kammerflimmern) durchgeführt, 3 Schocks ausgelöst und die endotracheale Intubation vorbereitet. Ventilation



---

## 7. Zusammenfassung

und kardiale Kompressionen wurden nur für die EKG Analyse und die Defibrillation unterbrochen. Das Atemminutenvolumen (AMV) und die Anzahl der Kompressionen wurden erhoben und die Zeit der obengenannten Zeitintervallen mittels eines gepaarten t-Test verglichen.

Zusätzlich wurde das Rettungsdienstpersonal über den Arbeitsablauf und den emotionalen Stress während des Tests vergleichend befragt.

Die Zeitintervalle vom Start der BLS-Maßnahmen bis zum 1. Schock waren 78s (2:15) gegenüber 63s (5:50),  $p < 0,0001$ , Start BLS Maßnahmen bis zur Intubation 183s (2:15) und 150s (5:50),  $p < 0,0001$ . Das durchschnittliche AMV betrug 4490 ml (2:15) und 4370ml (5:50),  $p > 0,1$  und die durchschnittliche Anzahl der Kompressionen 65/min (2:15) bzw 68/min (5:50),  $p > 0,1$ .

Der Arbeitsablauf verlief bei 5:50 subjektiv ruhiger und der emotionale Stress während der Versuche wurde von dem Rettungsdienstpersonal als signifikant geringer bei 5:50,  $p < 0,0001$  eingestuft.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Frühdefibrillation und die Intubation bei der alternativen Methode B (5:50) signifikant eher erfolgte bei gleichbleibendem AMV und durchschnittlichen Anzahl der Kompressionen. Weiterhin wurde der Arbeitsablauf während der ersten Phase der Reanimation bei der Methode B verbessert und der Stress der Helfer verringert.

## 8. Literatur

- [1] *ILCOR: International Guidelines 2000 for CPR and ECC – A Consensus of Science. Resuscitation 46(2000): 73-91*
- [2] *Turner I et al.: Does the compression to ventilation ratio affect the quality of CPR: a simulation study. Resuscitation (2002), 52(1):55-62*
- [3] *Berg RA et al.: Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. Circulation (2001), 104(20):2465-70*
- [4] *Yu T et al.: Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. Circulation (2002), 106(3):368-72*
- [5] *Kern KB et al.: Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated lay-rescuer scenario. Circulation (2002), 105(5):645-9*
- [6] *Kill C, Friedrich C, Vassiliou T, Geldner G, Wulf H: Atemzeitvolumen unter Basic Life Support mit Ventilations-Kompressions-Verhältnis von 2:15 und 5:50 am Modell. Intensivmed 39 (2002):I/43*
- [7] *Krueger R, Amtliches Unterrichtsbuch über Erste Hilfe, Deutsches Rotes Kreuz, 1. Aufl., (1938): ch. VI, p. 159 – 172*

- [8] *Greaves I, Hodgetts T, Porter K, emergency care, A textbook for Paramedics, W.B. Saunders; (1997): chapter 3, p: 17*
- [9] *Schmidt RF, Thews G, Lang F, Physiologie des Menschen, Springer Verlag, 28. Aufl., (2000): p:565 – 640*
- [10] *Thompson RG, Hallstrom AP, Cobb LA: Bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation in the management of ventricular fibrillation. Ann Intern Med (1979); 90: 737 –40*
- [11] *Gyr NE, Schoenenberger RA, Haefeli WE, Internistische Notfälle, Thieme Verlag, 7. Auflage, (2003): chapter 1, p.1-5*
- [12] *Belgian Cerebral Resuscitation Study Group, Van Hoeywechen RL, Bossaert L, Mullie A, Calle P, Martens P, Buglaert WA, Delooz H; Quality and efficiency of bystander CPR. Resuscitation (2001); 48: 199 – 205*
- [13] *The European Resuscitation Council: Part 3: Adult Basic Life Support. Resuscitation 46 (2000): 29-71*
- [14] *Idris AH, Wenzel V, Becker LB, Banner MJ, ?orban DJ: Does hypoxia or hypercarbia independently affect resuscitation from cardiac arrest? Chest (1995), Vol. 108: 522-8*
- [15] *Idris AH, Banner MJ, Wenzel V, Fuerst RS, Becker LB, Melker RJ. Ventilation caused by external chest compression is unable to sustain effective gas exchange*

*during CPR: a comparison with mechanical ventilation. Resuscitation 28 (1994): 143-150*

[16] *Kern KB, MD: Cardiopulmonary Resuscitation without ventilation. Crit Care Med (2000) Vol. 28, No.11 (Suppl.),N186 – 9*

[17] *Wolcke BB, Gliwitzky B, Kohlmann T, Hirsch M, Johannes Gutenberg University, Clinic of Anaesthesiology, Mainz, Germany; Overhead-CPR versus Standard-CPR in a Two-Rescuer-ALS-Scenario. Resuscitation Vol.55 Issue 1(2002):O-57*

[18] *Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, et al. Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. Circulation Vol. 95 (1997): 1635-1641*

[19] *Berg RA, Kern KB, Hilbig RW, et al. Assisted ventilation during „bystander“ CPR in a swine acute myocardial infarction model does not improve outcome. Circulation Vol. 96 (1997): 4364-4371*

[20] *Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad BH, Steen PA: Delaying Defibrillation to Give Basic Cardiopulmonary Resuscitation to Patients with Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation: A randomized Trial. JAMA 289 (2003), 1389-95*

[21] *Berg RA, Hilwig RW, Ewy GA, Kern KB: Precountershock cardiopulmonary resuscitation improves initial response to defibrillation from prolonged ventricular*

*fibrillation: a randomized, controlled swine study. Crit Care Med. Vol. 32, Issue 6, (2004), 1428-9*

[22] *Eftestol T, Sunde K, Stehen PA: Effects of Interrupting precordial Compressions on the Calculated Probability of Defibrillation Success During Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Circulation, (2002), 105:2270*

[23] *Niemann JT, Cruz B, Garner D, Lewis RJ: Immediate countershock versus cardiopulmonary resuscitation before countershock in a 5-minute swine model of ventricular fibrillation arrest. Ann Emerg Med., Vol. 36, Issue 6, (2000), 622-4*

[24] *Wik L: Rediscovering the importance of chest compressions to improve the outcome from cardiac arrest. Resuscitation Vol. 58, Issue 3, (2003), 267-9*

[25] *Kloster RW: Limiting "hands-off" periods during resuscitation. Resuscitation, Vol.:58, Issue 3, (2003), 275-6*

[26] *Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M: Cardiopulmonary Resuscitation by chest-compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. N Engl J Med 342 (2000): 1546-53*

[27] *Berg RA, Wilcoxson D, Hilwig RW, Kern KB, Sanders AB, Otto CW, Eklund DK, Ewy GA: The need for ventilatory support during bystander CPR. Ann Emerg Med 26 (1995): 342-350*

[28] *Noc M, Weil MH, Tang W, Turner T, Fukui M. Mechanical ventilation may not be essential for initial cardiopulmonary resuscitation. Chest (1995), 1083: 821-827*

[29] Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Ewy GA. *Effiacy of chest compression-only BLS CPR in the presence of an occluded airway. Resuscitation 39 (1998): 179-88*

[30] Heidenreich JW, Higdon TA, Kern KB, Sanders AB, Berg RA, Niebler R, Hendrickson J, Ewy GA: *Single-Rescuer cardiopulmonary resuscitation: „two quick breaths“ – an oxymoron. Resuscitation Vol.62 Issue 3, (2004): 283-9*

[31] Heidenreich JW, Sanders AB, Higdon TA, Kern KB, Berg RA, Ewy GA: *Uninterrupted chest compression CPR is easier to perform and remember than standard CPR. Resuscitation, Vol. 63, Issue 2, (2004), 123-30*

[32] Berg RA, Wilcoxson D, Hilwig RW, Kern KB, Sanders AB, Otto CW, Eklund DK, Ewy GA: *The need for ventilatory support during bystander CPR. Ann Emerg Med., Vol. 26, Issue 3, (1995), 342-50*

[33] Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA: *Oxygen delivery and return of spontaneous circulation with ventilation:compression ratio 2:30 versus chest compression only CPR in pigs. Resuscitation, Vol. 60, Issue 3, (2004), 309-18*

[34] Sanders AB, Kern KB, Berg RA, Hilwig RW, Heidenreich J; *Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression-ventilation ratios. Annals of Emergency Medicine(2002) Vol. 40 Number 6*

[35] Babbs CF, Kern KB: *Optimum compression to ventilation ratios in CPR under realistic, practical conditions: a physiological and mathematical anlysis. Resuscitation (2002) Aug;54(2): 147-57*

[36] *Turner I, Turner S: Optimum cardiopulmonary resuscitation for basic and advanced life support: a simulation study. Resuscitation Vol. 62, Issue 2, (2004), 209-17*

[37] *Dorph E, Wik L, Stehen PA: Effectiveness of ventilation-compression ratios 1:5 and 2:15 in a simulated single rescuer paediatric resuscitation. Resuscitation 54 (2002): 259-64*

[38] *Kill C, Friedrich C, Vassiliou T, Geldner G, Wulf H: Advantages of longer compression intervals during Basic Life Support. Resuscitation Vol. 60, Issue 2, (2004), 231-2*

[39] *Wik L, Stehen PA: The ventilation/compression ratio influences the effectiveness of two rescuer advanced cardiac life support on a manikin. Resuscitation 31 (1996): 113-9*

[40] *Kern KB: Limiting interruptions of chest compressions during cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation, Vol. 58, Issue 3, (2003), 273-4*

[41] *Chamberlain D, Anthony J, Colquhoun HM: Time to change?, Resuscitation Vol. 58, Issue 3, (2003), 237-47*

[42] *Rosler HD, Szewczyk H, Wildgrube K, Medizinische Psychologie, Spektrum Lehrbuch, 1. Aufl., (1996): p.340-344*

---

8. Literatur

[43] *Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, et al. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. Circulation 96 (1997): 3308-3313*



## Anhang

### Abbildungsverzeichnis:

- Abbildung 1: Bild; Flowmeter, Rhythmusgeber und Skillreporter zur Datenerfassung
- Abbildung 2: Bild; Rettungsrucksack der DRK Rettungsdienst Mittelhessen GmbH
- Abbildung 3: Grafik; Algorithmus Methode A (2:15)
- Abbildung 4: Grafik; Algorithmus Methode B (5:50)
- Abbildung 5: Bild; Defibrillator Corpuls 08/16 S während der Analyse
- Abbildung 6: Bild; Intubationsvorbereitung für den Versuch
- Abbildung 7: Bild; Ausgangssituation: Defibrillator, Phantom und Materialrucksack
- Abbildung 8: Grafik; Schematische Darstellung der Zeiten
- Abbildung 9: Grafik; Erklärung der Protokollausdrücke
- Abbildung 10: Grafik; Ausführliches Protokoll 2:15
- Abbildung 11: Grafik; Kurzform des Protokolls 2:15
- Abbildung 12: Grafik; Ausführliches Protokoll 5:50
- Abbildung 13: Grafik; Kurzform des Protokolls 5:50
- Abbildung 14: Tabelle; Tabellarische Übersicht der Zeiten

- Abbildung 15: Diagramm; Graphische Darstellung der durchschnittlichen Zeiten bei Methode A und Methode B im Vergleich
- Abbildung 16: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 1: Bewertung des Stresslevels der Methode A und B (Reanimationsfragebogen)
- Abbildung 17: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 2 (Reanimationsfragebogen)
- Abbildung 18: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 5 (Reanimationsfragebogen)
- Abbildung 19: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 6 (Reanimationsfragebogen)
- Abbildung 20: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 7 (Reanimationsfragebogen)
- Abbildung 21: Diagramm; Zusammenfassende Grafik des Notendurchschnitts für die Vorbereitung der Defibrillation und Intubation bei 2:15 und 5:50 (Reanimationsfragebogen)
- Abbildung 22: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 3 (Abschlussfragebogen)
- Abbildung 23: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 5 (Abschlussfragebogen)
- Abbildung 24: Diagramm; Graphische Darstellung der Frage 6 (Abschlussfragebogen)
- Abbildung 25: Diagramm; Zusammenfassende Grafik des Vergleiches von 2:15 und 5:50 (Abschlussfragebogen)

Fragebogen zum Vergleich der Reanimationszyklen von 2:15 und 5:50  
Beatmungs- / Kompressionsverhältnis  
**(auszufüllen nach jedem Reanimationsversuch)**

Kopfhelfer  Seitenhelfer

Algorithmus 2:15  5:50

1. Wie stressbehaftet haben Sie diese Reanimation erlebt?

(überhaupt kein Stress) 0  1  2  3  4  5  (außerordentlich viel Stress)

2. Kam es während des Ablaufes zu „überflüssigen Handlungen“ (z.B.: doppelte/ sinnlose Handreichungen)?

Kein Mal  ja, einmal  mehrmals

3. Hatten Sie das Gefühl, dass Sie während der einzelnen Handlungen den Überblick über den Gesamtablauf verloren haben?

Kein Mal  ja, einmal  mehrmals

4. Sind Sie aufgrund von Stress von dem vorgeschriebenen Algorithmus abgewichen?

Kein Mal  ja, einmal  mehrmals

5. Kam es während des Ablaufs aus Ihrer Sicht zu Fehlern?

Kein Mal  ja, einmal  mehrmals

6. Fiel es Ihnen leicht sich auf den Anschluss des Defibrillators zu konzentrieren?

(sehr leicht) 0  1  2  3  4  5  (sehr schwierig)

7. Fiel es Ihnen leicht sich auf die Vorbereitung der Intubation zu konzentrieren?

(sehr leicht) 0  1  2  3  4  5  (sehr schwierig)

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

---

## 9. Anhang

### Fragebogen zum Vergleich der Reanimationszyklen von 2:15 und 5:50 Beatmungs- / Kompressionsverhältnis (Abschlussfragebogen)

Berufsstatus: RA  RS

1. Wie lange arbeiten Sie im Rettungsdienst? \_\_\_\_ Jahre

2. Wie viele Reanimationen haben Sie in den letzten 3 Jahren durchgeführt? \_\_\_\_ Mal  
(circa)

3. Bei wie vielen Reanimationen davon waren Sie am Anfang zu zweit vor Ort? \_\_\_\_Mal

4. Empfinden Sie die Reanimation als ein stressbehaftetes Ereignis im täglichen Rettungsdienstalltag?

(überhaupt kein Stress) 0  1  2  3  4  5  (außerordentlich viel Stress)

5. Welcher Ablauf verlief aus Ihrer Sicht ruhiger ab?

2:15  5:50  beide gleich ruhig

6. Halten Sie eine Änderung des Beatmungs- / Kompressionsverhältnisses von 2:15 auf 5:50  
aus Sicht des Arbeitsablaufes für sinnvoll?

Ja  nein  weiß nicht

Bemerkungen:

Vielen Dank für Ihre Mithilfe und Zeit!!

## **Publikation**

Kill C, Giesel M, Eberhart L, Geldner G, Wulf H:  
Differences in time to defibrillation and intubation between two different  
ventilation / compression ratios in simulated cardiac arrest.  
Resuscitation 2005 Apr; 65 (1): 45-8

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die mir bei der Anfertigung der Arbeit hilfreich zur Seite standen.

Meinem Doktorvater und akademischen Lehrer Prof. Dr. med H. Wulf danke ich für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei dieser Arbeit.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. med C. Kill für seine hervorragende, zeitintensive, geduldige und besonders zuverlässige Betreuung. Er stand mir bei der Bewältigung der Aufgaben stets tatkräftig zur Seite. Ihm ist es zu verdanken, dass diese Arbeit zügig durchgeführt, publiziert und abgeschlossen werden konnte.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dr. med. L. Eberhart, Herrn Dr. med G. Geldner und Herrn Prof. Dr. med Basler für die fachliche Unterstützung besonders im Bereich Statistik, Publikation und Fragebogenerstellung.

Den Mitarbeitern der DRK Rettungsdienst Mittelhessen GmbH danke ich für die bereitwillige und gründliche Mitarbeit bei den Versuchen.

Der Firma Corpuls, Firma Laerdal und dem Bildungszentrum Marburg-Biedenkopf möchte ich für die mir zur Verfügung gestellten Materialien danken.

Ivo Nennstiel danke ich für die Hilfe bei der Erstellung des Bildmaterials.

Weiterhin möchte ich besonders meiner Schwester C. Heine für die zeitintensive stilistische und grammatikalische Hilfe danken.

Meinen Eltern danke ich für die großzügige Unterstützung während meines Studiums.

Und meiner Freundin Viktoria danke ich besonders für ihr Verständnis während der Erstellung der Dissertation.

## **Verzeichnis der akademischen Lehrer**

Meine akademischen Lehrer waren die Damen/ Herren in Marburg:

Arnold, Bach, Barth, Basler, Baum, Becker, Christiansen, Daut, Eilers, Gotzen, Griss, Gundermann, Happle, Hellinger, Hesse, Heuser, Hofmann, Jungclas, Kern, Klenk, Koolmann, Krieg, Kroll, Lang, Moll, Mutters, Oertel, Remschmidt, Renz, Schäfer, Schmidt, Steiniger, Voigt, Wagner, Westermann, Wulf

Meine akademischen Lehrer waren die Damen/ Herren in Wilhelmshaven:

Heisel, Herzog, Krohn, Rittstieg, Saddekni, Schlemminger, Skupin, Turner



## **Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel Verkürzung der Zeitintervalle bis zur Erstdefibrillation und Intubation bei der kardiopulmonalen Reanimation durch ein Ventilations- Kompressionsverhältnis von 5:50 statt 2:15 – eine kontrollierte Studie der Arbeitsabläufe unter Basic Life Support am Modell in der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie unter Leitung von Prof. Dr. H. Wulf mit Unterstützung durch Dr. C. Kill ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- und ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Vorliegende Arbeit wurde im Resuscitation veröffentlicht.

Dortmund, Den 15.09.2005

Matthias Giesel