

AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
PROFESSOR DOKTOR MICHAEL NERLICH  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

HÄUFIGKEIT EINES ZWEITEN NOTARZTES BEI DER BEHANDLUNG EINES  
TRAUMAPATIENTEN UND DESSEN EINFLUSS AUF THERAPIE, DIAGNOSTIK  
UND OUTCOME

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
EIKE LANGE

2017



AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
PROFESSOR DOKTOR MICHAEL NERLICH  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

HÄUFIGKEIT EINES ZWEITEN NOTARZTES BEI DER BEHANDLUNG EINES  
TRAUMAPATIENTEN UND DESSEN EINFLUSS AUF THERAPIE, DIAGNOSTIK  
UND OUTCOME

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
EIKE LANGE

2017

Dekan:	Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Peter Angele
2. Berichterstatter:	PD Dr. Stephan Schleder
Tag der mündlichen Prüfung:	30.08.2017

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>- 3 -</b>
1.1. DIE BEDEUTUNG DES SCHWEREN TRAUMAS .....	- 3 -
1.2. TRAUMAVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND .....	- 3 -
1.2.1. <i>Anfänge der Traumaversorgung</i> .....	- 3 -
1.2.2. <i>Traumaversorgung heute</i> .....	- 4 -
1.2.3. <i>Besonderheiten der Luftrettung</i> .....	- 7 -
1.3. LIMITATIONEN IN DER PRÄKLINISCHEN FORSCHUNG.....	- 8 -
1.4. ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG .....	- 9 -
<b>2. MATERIAL UND METHODEN</b> .....	<b>- 10 -</b>
2.1. DATENERHEBUNG .....	- 10 -
2.1.1. <i>Ein- und Ausschlusskriterien</i> .....	- 10 -
2.1.2. <i>Erhebungszeitraum</i> .....	- 10 -
2.1.3. <i>Erhebungsklinikum und Erhebungsgebiet</i> .....	- 10 -
2.1.4. <i>Erhebungsteam</i> .....	- 12 -
2.1.5. <i>Erhebungsablauf</i> .....	- 12 -
2.2. DATENEINGABE UND DATENBANKEN .....	- 13 -
2.2.1. <i>TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie</i> .....	- 13 -
2.2.2. <i>IBM SPSS Statistics®</i> .....	- 13 -
2.2.3. <i>Validität der Daten</i> .....	- 13 -
2.3. ERHOBENE VARIABLEN .....	- 14 -
2.3.1. <i>Bereich „Stammdaten und Präklinik“</i> .....	- 14 -
2.3.2. <i>Bereich „Notaufnahme“</i> .....	- 14 -
2.3.3. <i>Bereich „Intensivstation“</i> .....	- 15 -
2.3.4. <i>Bereich „Diagnosen“</i> .....	- 15 -
2.3.5. <i>Bereich „Abschluss“</i> .....	- 15 -
2.4. SCORING-SYSTEME UND DEFINITIONEN .....	- 15 -
2.4.1. <i>Abbreviated Injury Scale</i> .....	- 16 -
2.4.2. <i>Injury Severity Score</i> .....	- 17 -
2.4.3. <i>Revised Injury Severity Classification Score</i> .....	- 18 -
2.4.4. <i>Glasgow Outcome Scale</i> .....	- 19 -
2.4.5. <i>Multiorganversagen</i> .....	- 20 -
2.5. VERWENDETE PROGRAMME UND STATISTISCHE AUSWERTUNG .....	- 21 -
2.5.1. <i>Test auf Normalverteilung</i> .....	- 21 -
2.5.2. <i>Vergleich von Mittelwerten</i> .....	- 21 -
2.5.3. <i>Test auf identische Häufigkeitsverteilung</i> .....	- 22 -
2.5.4. <i>Test auf Zusammenhänge zwischen kategorialen Variablen</i> .....	- 22 -
2.5.5. <i>Signifikanzniveau</i> .....	- 22 -
<b>3. ERGEBNISSE</b> .....	<b>- 23 -</b>
3.1. GRÖÖE DES UNTERSUCHTEN PATIENTENKOLLEKTIVS .....	- 23 -
3.2. ÜBERBLICK ÜBER NOTÄRZTE UND TRANSPORTMITTEL.....	- 23 -
3.2.1. <i>Anzahl behandelnder Notärzte und Transportmittel</i> .....	- 23 -
3.2.2. <i>Berufs- und Einsatzerfahrung der Notärzte abhängig vom besetzten     Transportmittel</i> .....	- 24 -
3.3. VERGLEICH DES PATIENTENGUTES .....	- 26 -
3.3.1. <i>Geschlechterverteilung und Alter der Patienten</i> .....	- 26 -
3.3.2. <i>Unfallhergang und Traumaart</i> .....	- 28 -
3.3.3. <i>Verletzungsmuster und Verletzungsschwere</i> .....	- 31 -
3.4. VERGLEICH DER MEDIZINISCHEN VERSORGUNGS-MAßNAHMEN .....	- 35 -
3.4.1. <i>Zervikalstütze</i> .....	- 35 -
3.4.2. <i>Vakuummatratze</i> .....	- 37 -
3.4.3. <i>Gefäßzugang</i> .....	- 38 -
3.4.4. <i>Analgesie</i> .....	- 39 -
3.4.5. <i>Intubation</i> .....	- 40 -
3.4.6. <i>Thoraxdrainage</i> .....	- 42 -

3.4.1. <i>Frakturreposition</i> .....	- 44 -
3.5. VERGLEICH DER MEDIZINISCHEN ÜBERWACHUNGS-MAßNAHMEN .....	- 45 -
3.5.1. <i>RR-Messung</i> .....	- 45 -
3.5.2. <i>SpO2-Messung</i> .....	- 47 -
3.5.3. <i>EKG-Überwachung</i> .....	- 47 -
3.5.4. <i>Kapnometrie</i> .....	- 49 -
3.5.5. <i>Blutzucker-Messung</i> .....	- 50 -
3.6. AUSWIRKUNGEN EINES ZWEITEN NOTARZTES AUF DIE PRÄKLINISCHE ZEIT .....	- 51 -
3.6.1. <i>Tabellarischer und graphischer Überblick</i> .....	- 51 -
3.6.2. <i>Gesamte präklinische Zeit</i> .....	- 52 -
3.6.3. <i>Versorgungszeit</i> .....	- 53 -
3.6.4. <i>Exkurs: Präklinische Zeiten bei einem Notarzt abhängig vom Transportmittel</i> -	54 -
3.7. AUSWIRKUNGEN EINES ZWEITEN BEHANDELNDEN NOTARZTES AUF DAS OUTCOME .....	- 55 -
3.7.1. <i>Unadjustierte Letalität und Todesursache</i> .....	- 55 -
3.7.2. <i>Letalität im Vergleich zur vorhergesagten Letalität</i> .....	- 57 -
3.7.3. <i>Multiorganversagen</i> .....	- 58 -
3.7.4. <i>Glasgow Outcome Scale</i> .....	- 59 -
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>- 61 -</b>
4.1. ANZAHL DER BEHANDELNDEN NOTÄRZTE JE TRAUMAPATIENT .....	- 61 -
4.2. MÖGLICHE GRÜNDE FÜR DIE VERSORGUNG DURCH ZWEI NOTÄRZTE .....	- 62 -
4.2.1. <i>Parallel-Alarmierung oder Nachforderung bei mehreren Verletzten</i> .....	- 63 -
4.2.2. <i>Nachforderung zum Transport</i> .....	- 64 -
4.2.3. <i>Nachforderung zur qualifizierten Versorgung</i> .....	- 67 -
4.2.4. <i>Zusammenfassung möglicher Gründe für die Therapie durch zwei Notärzte</i> ..	- 70 -
4.3. EINFLUSS EINES ZWEITEN NOTARZTES AUF PRÄKLINISCHE DIAGNOSTIK, THERAPIE UND OUTCOME .....	- 71 -
4.3.1. <i>Präklinische Diagnostik</i> .....	- 71 -
4.3.2. <i>Präklinische Therapie</i> .....	- 73 -
4.3.3. <i>Outcome</i> .....	- 79 -
<b>5. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>- 84 -</b>
<b>6. ANHANG .....</b>	<b>- 86 -</b>
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	- 86 -
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	- 87 -
DOKUMENTATIONSBOGEN: "NOTARZTFRAGEBOGEN" .....	- 89 -
DOKUMENTATIONSBOGEN: "SCHOCKRAUMPROTOKOLL" .....	- 90 -
DOKUMENTATIONSBOGEN: „TRAUMAREGISTER“ .....	- 91 -
DANKSAGUNG	
LEBENS LAUF	

# 1. Einleitung

## 1.1. Die Bedeutung des schweren Traumas

Die Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt, dass weltweit jährlich 5,8 Millionen Menschen durch ein Trauma versterben - das entspricht elf Verletzungstoten pro Minute.<sup>1</sup>

In Deutschland erliegen laut statistischem Bundesamt und Robert Koch-Institut jährlich etwa 20.000 Personen ihren Unfallverletzungen (54,8 Todesopfer pro Tag).<sup>2,3</sup> Damit ist das Trauma eine der führenden Todesursachen in Deutschland. Bei Personen im jungen und mittleren Alter ist das Trauma sogar die führende Todesursache und verantwortlich für die deutschlandweit meisten verlorenen Lebensjahre.<sup>3,4,33</sup>

Eine Inzidenz oder Letalität des „schweren Traumas“ lässt sich aufgrund uneinheitlicher Definitionen nicht sicher bestimmen. Als Beispiel sei jedoch die Inzidenz und die Letalität von Patienten mit einem ISS  $\geq 16$  Punkten genannt: diese werden heute auf 33.000-38.000 / Jahr und auf mindestens 18% geschätzt (Letalität für Patienten, die lebend die Klinik erreichen).<sup>5,6,7,8,9</sup>

Ein schweres Trauma überlebende Patienten leiden nicht selten unter bleibenden physischen und psychischen Folgen. Zu diesem Thema gibt es eine sehr große Anzahl von Studien aus den letzten Jahren. Diese zeigen überwiegend, dass ein Großteil der Patienten noch nach Jahren unter Schmerzen, Behinderungen oder psychischen Problemen leidet.<sup>10,11,12,13</sup> Als Beispiel sei die Studie von Zettl et al. genannt, in der 482 Patienten mit einem mittleren ISS von 24 Punkten zwei Jahre nach ihrem Unfall befragt wurden. Anhand des EuroQoL-Fragebogens klagten hier noch über 50% über chronische Schmerzen oder posttraumatische Depressionen.<sup>14</sup>

Auch volkswirtschaftlich ist das Trauma von großer Relevanz: Neben verlorenen produktiven Lebensjahren (insgesamt mehr als durch Karzinome und Herz-Kreislauf-Erkrankungen zusammen<sup>33</sup>) verursachen überlebende Patienten vor allem durch Erwerbsunfähigkeit oder Erwerbsminderung immense Folgekosten. Um die Jahrtausendwende wurde von Oestern et al. die Zahl von jährlich 60 Milliarden DM an Trauma-Folgekosten genannt.<sup>15</sup> Hinzu kommen noch die Kosten der Akutversorgung, die laut Berechnungen des TraumaRegisters aktuell ca. 18.700 Euro pro schwer verletztem Patienten betragen.<sup>52</sup> Haas schätzt zudem, dass nur 50% der über 25-jährigen Patienten nach Polytrauma in ihren alten Beruf wiederkehren.<sup>7</sup>

## 1.2. Traumaversorgung in Deutschland

### 1.2.1. Anfänge der Traumaversorgung

Sei es durch Krieg, Streit, Naturkatastrophen oder Unfälle - schwere Traumata gab es schon immer. Viele Autoren sehen den Beginn der ärztlichen, präklinischen Traumaversorgung für Deutschland im Jahr 1908. In diesem Jahr fand der erste Internationale Kongress für Rettungswesen in Frankfurt/Main statt. Hier wurden erste Eckpunkte der Traumaversorgung besprochen. Hierzu zählten unter anderem:<sup>16,17</sup>

- Etablierung von arztbesetzten Rettungswachen
- Ärztliche Behandlung schon am Unfallort
- Ärztliche Begleitung des Patiententransports

Es dauerte lange bis diese Forderungen umgesetzt wurden. Dies zeigt sich unter anderem daran, dass der deutschlandweit erste Notarztwagen erst 49 Jahre später im Jahr 1957 in Köln seinen Dienst aufnahm. Im selben Jahr wurde auch ein System eines mobilen Operationssaales („Clinomobil“) erprobt, das sich aber als untauglich herausstellte. 1964 wurde von Gögler ein arztbesetztes Auto in Heidelberg im Rendez-Vous-System eingeführt; ähnlich dem heutigen NEF. Der erste zivile Rettungshubschrauber Christoph 1 nahm im Jahr 1970 in München seinen Dienst auf.<sup>16,18,19,20</sup>

Oft wurden Patienten in Krankenhäuser transportiert, die auf deren adäquate Therapie nicht ausgelegt waren. Daher wurde 1938 von Prof. Kirschner gefordert, dass der Traumapatient in die „richtige“ (nicht zwangsläufig die nächstgelegene) Klinik zu transportieren sei - auch wenn es länger dauert.<sup>21</sup> Dies war ein weiterer wichtiger Denkanstoß, der heutzutage mit der Bildung von TraumaNetzwerken wieder hochaktuell ist und zu dessen Umsetzung die Luftrettung einen nicht unerheblichen Beitrag leistet.<sup>33</sup>

In der Anfangszeit der präklinischen Notfallrettung machten traumatologische Patienten den Großteil des Einsatzaufkommens aus. Daher waren es hauptsächlich Chirurgen, die den Beginn der ärztlichen Notfallrettung in Deutschland prägten. Mit den Jahren gewannen internistische und neurologische Erkrankungen immer mehr an Bedeutung. Der Anteil der traumatologischen Notfälle unterliegt deutlichen regionalen Unterschieden. Er wird für die Bodenrettung auf aktuell 20-25% und für die Luftrettung auf aktuell 45-60% geschätzt. Heutzutage sind es daher vor allem Anästhesisten, Chirurgen und Internisten, die an der Notfallrettung teilnehmen.<sup>19,20,22,31,99</sup>

## **1.2.2. Traumaversorgung heute**

### **Organisation des Rettungsdienstes**

Durch das Föderalismusprinzip in Deutschland obliegt die Sicherstellung des Rettungsdienstes den Bundesländern und wird durch die jeweiligen Landesrettungsdienstgesetze umgesetzt. Daher gibt es keine bundeseinheitlichen Regelungen zur Struktur und Qualität des Rettungsdienstes.<sup>23,25</sup>

In den Landesrettungsdienstgesetzen sind neben Anforderungen an Qualifikation des Personals für besetzte Rettungsmittel auch die Hilfsfristen vorgegeben. Diese Hilfsfristen gelten auch für arztbesetzte Rettungsmittel und definieren den Zeitraum, in dem das Rettungsmittel „regelmäßig“ den Patienten erreichen sollte. Damit sind sie ein wesentlicher Parameter für die Bedarfsplanung des Rettungsdienstes und im Besonderen für Standortentscheidungen.<sup>23,24</sup>

Träger des Rettungsdienstes sind in der Regel die Kreise oder kreisfreien Städte. Diese delegieren die Sicherstellung der Notfallrettung entweder an Hilfsorganisationen oder stellen den Rettungsdienst als „Eigenregielösung“ durch ihre Berufsfeuerwehren. Anders als insbesondere in Amerika sind in Deutschland Notärzte obligat an der präklinischen Notfallrettung beteiligt.<sup>20,23,25</sup>

### **Strukturen im Rettungsdienst**

Erstes Glied der professionellen Notfallrettung sind in Deutschland die ca. 400 Rettungsleitstellen, die Notrufe entgegennehmen und erste Informationen gewinnen. Anhand dieser Informationen kann ein Rettungsmittel für den Patienten disponiert werden.<sup>26</sup> Regelmäßig wird ein schweres Trauma als Indikation für die Disponierung eines Notarztes angesehen.<sup>27,28</sup>

Weitere Aufgabe der Leitstelle ist meist das Führen von Kapazitätsnachweisen der Krankenhäuser und die Einsatzunterstützung des präklinischen Rettungsteams. In Deutschland haben sich fast überall „Integrierte Leitstellen“ etabliert, welche den Rettungsdienst und mindestens die Feuerwehr unter einem Dach zusammenfassen.<sup>25,26,29</sup>

Die von der Rettungsleitstelle disponierten Rettungsmittel sind an ständig besetzten Rettungswachen stationiert. Von diesen gibt es in Deutschland etwa 3.000; damit hat Deutschland das weltweit dichteste Netz der präklinischen Versorgung.<sup>18</sup> An den Rettungswachen werden verschiedene Rettungsmittel vorgehalten. Zu diesen können zählen:<sup>25</sup>

- Notarztwagen (NAW): Mindestens ein Notarzt, ein Rettungsassistent/Notfallsanitäter sowie ein Rettungssanitäter\* als Fahrer. Dieser kann autark agieren und selbst Patienten transportieren.
- Notarzteinsatzfahrzeug (NEF): Mindestens ein Notarzt und ein Rettungsassistent/Notfallsanitäter. Dieses arbeitet ausschließlich im Rendez-Vous-Prinzip mit einem Rettungswagen, da das NEF selbst keine Patienten transportieren kann.
- Rettungswagen (RTW): Mindestens ein Rettungsassistent/Notfallsanitäter und ein Rettungssanitäter\* als Fahrer. Übernimmt Versorgung und Transport, wenn keine Notarztindikation besteht.
- Rettungshubschrauber (RTH): Mindestens ein Pilot, ein Notarzt, ein Rettungsassistent/Notfallsanitäter. Kann zwar Patienten transportieren, arbeitet aber meist mit einem RTW zusammen. Intensivtransporthubschrauber (ITH) dienen dem Interhospitaltransfer von kritisch kranken Patienten.

\* Die genauen Anforderungen an die Qualifikation der Besatzungen regelt das jeweilige Landesrettungsdienstgesetz

Der Beruf des Rettungsassistenten erforderte eine zweijährige Ausbildung und wurde 2014/2015 durch den Notfallsanitäter mit einer dreijährigen Berufsausbildung und deutlichen Kompetenzerweiterungen abgelöst. Auf Rettungshubschraubern eingesetzte Rettungsassistenten oder Notfallsanitäter haben, sofern kein Bordmechaniker mitfliegt, noch eine Zusatzausbildung zum HEMS Crew Member (Helicopter Emergency Medical Services Crew Member), um den Piloten zu unterstützen.<sup>18,30</sup>

Als Notarzt darf jeder Arzt mit der Zusatzqualifikation Notfallmedizin nach der jeweiligen Weiterbildungsordnung der Landesärztekammer tätig werden. Zur Qualitätssicherung im Rettungsdienst ist in vielen Rettungsdienstbereichen der Posten „Ärztlicher Leiter Rettungsdienst“ geschaffen worden. Dieser hat im Sinne der Qualitätssicherung Aufsichts- Überwachungs- und Kontrollfunktionen.<sup>20,25,31</sup>

### **Die Rettungskette und Bedeutung der präklinischen Versorgung**

Der grobe Ablauf der Traumaversorgung lässt sich anhand der 1961 von Prof. Ahnefeld vorgestellten Rettungskette darstellen. Hier müssen alle Glieder - vom Laienhelfer bis zu den Fachärzten in der Klinik - ineinandergreifen um ein möglichst gutes Outcome zu erzielen.<sup>17</sup>

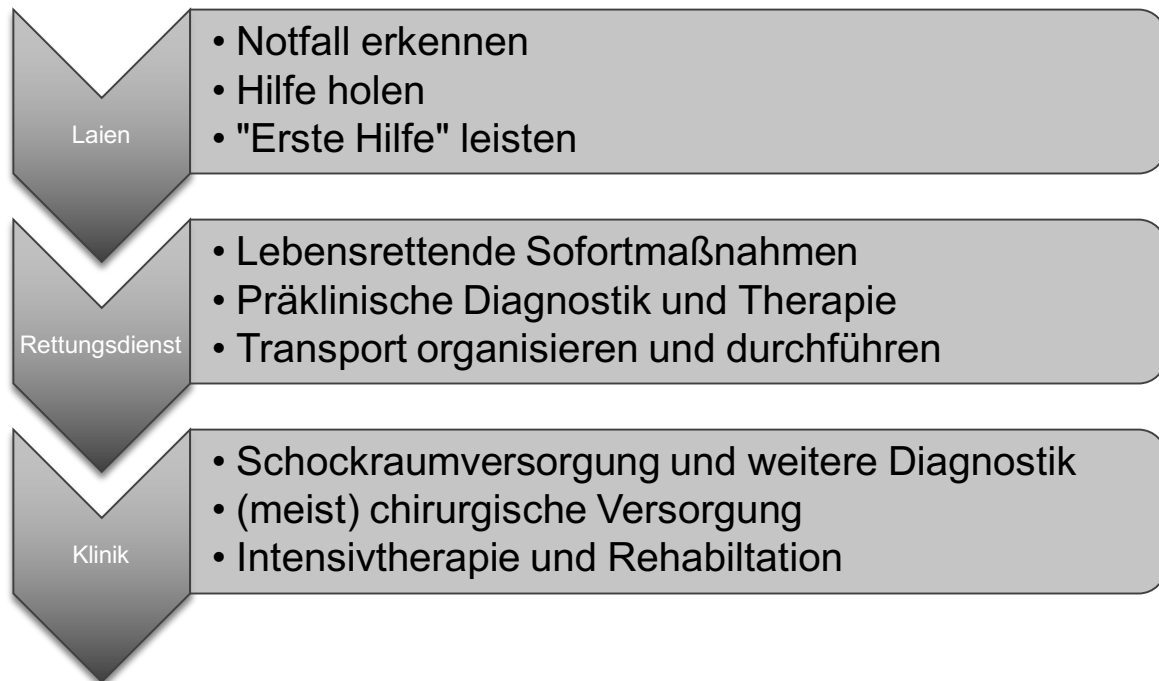


Abbildung 1: Teile der Rettungskette (Erstellt vom Autor)

Aufgabe des präklinischen Rettungsteams ist neben der möglichst leitliniengerechten und zeitlich optimierten Erstversorgung des Patienten auch die Auswahl des Zielkrankenhauses und die Transportbegleitung dorthin.<sup>32,99</sup>

Bezüglich der präklinischen Therapie ist im Jahr 2011 die „S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung“ veröffentlicht und 2016 aktualisiert worden, nachdem bisher nur eine Leitlinie der Stufe 1 (Expertengruppe) aus dem Jahr 2002 vorlag.<sup>50,123</sup> Bezüglich der Auswahl des Transportzieles wurde die Entscheidungsfindung durch die Gründung von TraumaNetzwerken mit zertifizierten Traumazentren in drei standardisierten Versorgungskategorien erleichtert.<sup>33,50</sup> Der positive Einfluss dieser TraumaNetzwerke konnte schon mehrfach belegt werden. Auch der Einfluss der präklinischen Therapie selbst wurde schon mehrfach nachgewiesen.<sup>34,35,36,37,38</sup>

Insgesamt wird die präklinische Versorgung in Deutschland auf einem sehr hohen Niveau gesehen.<sup>20, 39, 40</sup> Durch Krankenhausschließungen, subjektiv schlechte Vergütung der Notarztdienste und bei insgesamt ärztlichen Nachwuchsproblemen wird jedoch in der Zukunft mit Problemen bei der Besetzung von Notarztstandorten gerechnet.<sup>23,41,42,43</sup>

### 1.2.3. Besonderheiten der Luftrettung

Deutschlandweit sind etwa 80 Rettungshubschrauber an der Primärrettung beteiligt. Jeder Standort deckt einen Radius von 50-70 km ab.<sup>44,45</sup> So ist fast jede Region in Deutschland innerhalb von 15 Minuten erreichbar (siehe Abbildung 2). Besonders in der Nacht, sofern eine Nachtflugerlaubnis besteht, sind aber auch Anflugdistanzen von über 100 km keine Seltenheit.<sup>104</sup>

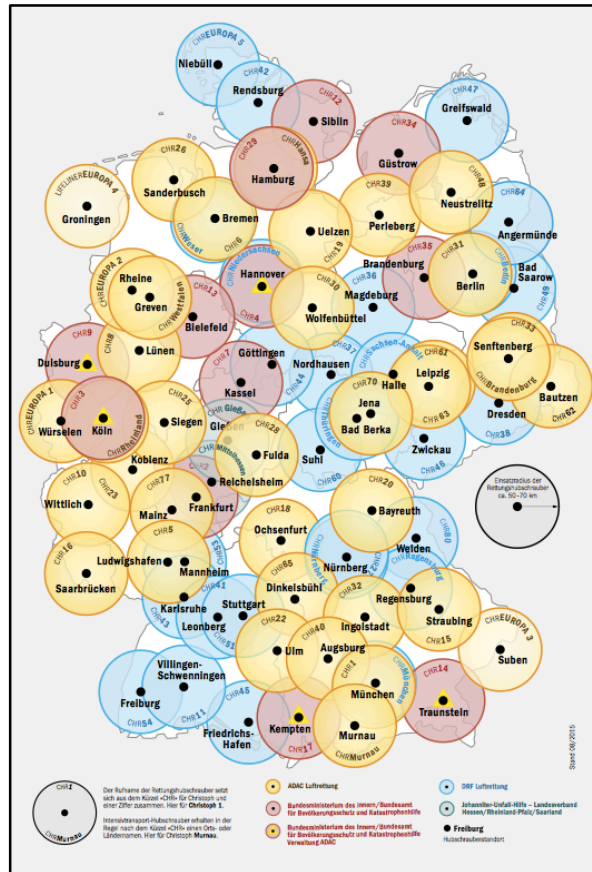


Abbildung 2: Standorte der Rettungshubschrauber und deren Einsatzradius. Stand 2015 (© ADAC).

Available from: [www.ADAC.de](http://www.ADAC.de)<sup>46</sup>

Besetzt wird der Rettungshubschrauber meist von einem Piloten, einem Rettungsassistenten oder Notfallsanitäter mit der Zusatzausbildung zum HEMS-Crew Member und einem Notarzt. Letzterer besitzt meist Facharztreihe oder ist (z.B. bei der DRF in über 85% und beim ADAC in über 90%) Facharzt. Die medizinische Ausstattung ist meist hochwertig und oft wird Equipment mitgeführt, das noch nicht standardmäßig auf bodengebundenen Rettungsmitteln vorgehalten wird (aktuell zum Beispiel mobile Ultraschallgeräte).<sup>20,44,45,99</sup>

Die Kosten der Luftrettung bei der Versorgung Schwerverletzter sind mit durchschnittlich 981 Euro pro Einsatz deutlich höher als die der Bodenrettung (282 Euro pro Einsatz).<sup>47</sup> Dennoch hat sich dieses System zur Unterstützung der bodengebundenen Rettung etabliert. Gerade in ländlichen Regionen ergibt sich oft ein Geschwindigkeitsvorteil, wenn Patienten in weiter entfernt liegende Spezialkliniken transportiert werden müssen (z.B. bei Wirbelsäulentraumata). Ein weiterer Grund ist, dass der Rettungshubschrauber als Notarztreserve und schneller Notarztzubringer fungiert.<sup>44,48,49,99</sup>

Beim Lufttransport müssen einige einsatztaktische und physikalische Besonderheiten beachtet werden. Während des Fluges sind aufgrund von Lärm und Platzmangel Diagnostik und Therapie nur noch sehr eingeschränkt möglich. Daher werden vor dem Lufttransport die Indikationen für invasive Maßnahmen und Monitoring großzügig gestellt. Auch besteht bei beatmeten Patienten oder Patienten mit Pneumothorax aufgrund des niedrigeren Umgebungsdruckes während des Fluges die erhöhte Gefahr der Ausbildung eines Spannungspneumothorax.<sup>32,34,44,45</sup>

Viele Untersuchungen beschäftigen sich mit dem Einfluss der luftgebundenen Rettung auf Therapie und Outcome des Traumapatienten. Eine Vergleichbarkeit der Arbeiten ist schwierig, da diese unter unterschiedlichen Bedingungen und in unterschiedlichen Ländern mit jeweils differierenden Rettungssystemen durchgeführt wurden. Das führt zu teils widersprüchlichen Beobachtungen. Deutsche Untersuchungen zeigen überwiegend, dass

1. sich die gesamte präklinische Zeit durch den Einsatz der Luftrettung deutlich verlängert.
2. Diagnostik und Therapie durch die in der Luftrettung tätigen Ärzte ausführlicher ist.
3. schwer verletzte Patienten durch den RTH häufiger in überregionale Traumazentren transportiert werden.
4. die Luftrettung wahrscheinlich einen positiven Einfluss auf das Outcome von Traumapatienten hat.<sup>49,99,116</sup>

### **1.3.Limitationen in der präklinischen Forschung**

In der präklinischen Notfallsituation muss sich das gesamte Rettungsteam auf die Behandlung des Patienten konzentrieren und kann sich nur selten noch mit Fragen der Datenerhebung für weitere Forschungen befassen. Neben der oft fehlenden Einwilligungsfähigkeit der Patienten zu randomisierten Studien scheint es zudem ethisch fragwürdig, etablierte aber bisher nicht evidenzbasierte Therapien einer Kontrollgruppe vorzuenthalten.

Aus diesen Gründen wird in der Einleitung der S-3 Leitlinie über Polytrauma- und Schwerverletzten-Behandlung aus dem Jahr 2011 eingeräumt, dass die Evidenzlage im präklinischen Bereich sehr niedrig ist. Viele vorhandene Daten stammen aus Ländern, die deutlich andere Strukturen im Rettungsdienst haben als Deutschland. Die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf unser System ist ungewiss.<sup>50</sup>

Daher können die präklinischen Abläufe meist nur retrospektiv anhand des Notarzteinsatzprotokolls (bzw. minimalen Nofalldatensatzes) rekonstruiert werden. Die hieraus zu gewinnenden Daten sind zwangsläufig begrenzt und auch die Exaktheit der Datenqualität ist ungewiss. Insbesondere würden sich die hier untersuchten Daten nicht aus dem Notarzteinsatzprotokoll allein gewinnen lassen. Der in dieser Arbeit gewählte Ansatz der Datenerhebung (siehe Kapitel „Material und Methoden“) ist daher fast einzigartig in Deutschland.

## 1.4.Zielsetzung und Fragestellung

Die präklinische Traumaversorgung hat einen wichtigen Einfluss auf das Outcome nach schweren Verletzungen. Bei knapper werdenden Ressourcen wegen immer höherer Auslastung der Rettungsdienste und steigendem Kostendruck sollten die vorhandenen Mittel, insbesondere die „Ressource Notarzt“, sinnvoll eingesetzt werden.

Es ist bekannt, dass nicht jeder Traumapatient nur von einem Notarzt behandelt wird. Meist wird dies auf eine Nachforderung des bodengebundenen Notarztes zurückgeführt, der für seinen Patienten einen luftgebundenen Transport in ein weiter entferntes Traumazentrum anstrebt.<sup>44,49,51,99</sup> Es gibt aber auch anekdotische Berichte darüber, dass Rettungshubschrauber zur Unterstützung bei der Durchführung invasiver Maßnahmen nachgefordert wurden. Über das Ausmaß, weitere Gründe und den Nutzen dieser Nachforderungen gibt es bisher wenige Untersuchungen.

Dafür gibt es viele Studien, die die bodengebundene mit der luftgebundenen Rettung vergleichen. Unterschiede werden dort zumeist auf die sich ergebenden zeitlichen Differenzen oder unterschiedliche Ausbildungsstände des Personals zurückgeführt. Ob gefundene Unterschiede aber auch durch die Anzahl der behandelnden Notärzte an sich beeinflusst werden, wird kaum thematisiert.<sup>49,51,115,116</sup>

Das Wissen um diese Punkte könnte aber Schwachstellen der präklinischen Versorgung aufzeigen und zu einem besseren Ressourcenmanagement und damit auch zu finanziellem Einsparpotenzial führen. Daher wäre es im Sinne der Patienten, der behandelnden Notärzte wie auch der Rettungsdienstbedarfsplanung von großem Interesse hier weitere Untersuchungen durchzuführen. Deshalb wird in der vorliegenden Arbeit folgenden Fragen nachgegangen:

- Wie hoch ist der Anteil der Patienten, die präklinisch von zwei Notärzten versorgt wurden?
- Aus welchen Gründen waren zwei Notärzte an der Behandlung beteiligt?
- Hat die Anzahl der Notärzte Einfluss auf die präklinische Diagnostik, die Therapie und das Outcome?

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Datenerhebung**

#### **2.1.1. Ein- und Ausschlusskriterien**

Es wurden in dieser Arbeit schwer verletzte Patienten betrachtet, die im Erhebungszeitraum am Universitätsklinikum Regensburg (UKR) behandelt wurden und den Einschlusskriterien entsprachen.

Die Einschlusskriterien waren primär identisch mit denen des TraumaRegisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)<sup>52</sup>:

- Die Behandlungsursache des Patienten war ein Trauma.
- Der Patient wurde im Schockraum des UKR behandelt.
- Der Patient wurde auf einer Intensivstation behandelt oder verstarb vor Erreichen der Intensivstation.
- Zusätzlich zu den Kriterien der DGU wurde ein ISS  $\geq$  16 Punkte gefordert und es musste für jeden Patientenfall eine Information über die Anzahl der ihn behandelnden Notärzte vorliegen.

Ausgeschlossen wurden Patienten, die aus anderen Krankenhäusern zuverlegt wurden. Der Grund hierfür war, dass die primäre Notfalltherapie in diesen Fällen schon abgeschlossen war.

#### **2.1.2. Erhebungszeitraum**

Die Datenerhebung erstreckte sich auf den Zeitraum vom 01.09.2007 bis zum 31.12.2011.

#### **2.1.3. Erhebungsklinikum und Erhebungsgebiet**

Zur Zeit der Datenerhebung bezog das Universitätsklinikum Regensburg seine Patienten hauptsächlich aus der Region Ostbayern, bestehend aus den bayerischen Regierungsbezirken Niederbayern und Oberpfalz (Abbildung 3). Darüber hinaus erhielt das UKR auch Patienten aus den umliegenden Regierungsbezirken.



Abbildung 3: Regierungsbezirke in Bayern. Die Region Ostbayern wird aus den Regierungsbezirken Niederbayern und Oberpfalz gebildet. Regensburg ist in der südlichen Oberpfalz gelegen (© Ernst Klett Verlag GmbH). Available from: [www.mr-kartographie.de](http://www.mr-kartographie.de)

Ostbayern ist ein Flächenstaat von ca. 20.000 km<sup>2</sup> mit einer Einwohnerdichte von 133 Einwohnern pro Quadratkilometer (Stand: 31.12.2013).<sup>53,54</sup> Das Bundesland Hessen zum Vergleich hat bei ähnlicher Fläche mit 289 Menschen pro Quadratkilometer eine mehr als doppelt so hohe Einwohnerdichte.<sup>55</sup>

In den Kategorien des TraumaNetzwerks ist das UKR ein „Überregionales Traumazentrum“. Dies ist die höchste Graduierung, vergleichbar mit einem angloamerikanischen „Level 1 - Trauma Center“.<sup>56,57</sup> Das zur Zeit der Datenerhebung einzig andere Krankenhaus mit dieser Graduierung in Ostbayern befand sich ebenfalls in Regensburg (Krankenhaus der Barmherzigen Brüder). Mittlerweile sind auch Kliniken in Deggendorf und Passau als Überregionales Traumazentrum (ÜRTZ) in Ostbayern zertifiziert.<sup>58</sup>

### **Rettungsmittel am Universitätsklinikum Regensburg**

Seit dem Jahr 1994 gibt es am UKR einen Intensivtransporthubschrauber im 24-Stunden-Betrieb: Christoph Regensburg. Seit dem Jahr 1999 wird er auch für Primäreinsätze herangezogen und ist somit ein Dual-Use-Rettungshubschrauber. Der Anteil der Primärrettungseinsätze von Christoph Regensburg liegt bei etwa 60%, der Anteil der Interhospitaltransfers bei 40%.<sup>59,60</sup> Über diesen Hubschrauber erhält das UKR ca. 55% seiner Schwerverletzten.

Darüber hinaus wird das UKR von allen Bayerischen Rettungshubschraubern sowie Christoph Europa 3 (Suben, Österreich) angefliegen.

Bodengebundene Rettungsmittel stammen meist aus Regensburg und der Umgebung. Oft war der am UKR angegliederte Notarztwagen (heute NEF) Zubringer von Traumapatienten.

## **2.1.4. Erhebungsteam**

Der Anspruch jeden schwer verletzten Patienten schon ab der Ankunft in der Klinik zu dokumentieren und die zubringenden Notärzte zu befragen erforderte eine tägliche 24-Stunden-Bereitschaft. Da diese nicht durch einen Doktoranden allein gewährleistet werden konnte, wurde die Datenerhebung und Datenerfassung am Universitätsklinikum Regensburg durch ein Team von vier jährlich wechselnden Doktoranden durchgeführt (Abbildung 4).



Abbildung 4: Polytrauma-Team der Datenerhebung 2010 / 2011 und Telefonnummer. Dieser Aushang hing an mehreren Stellen der Notaufnahme und insbesondere im Schockraum aus (Erstellt von Timo Bodenschatz)

## **2.1.5. Erhebungsablauf**

Die Datenerhebung gliederte sich in zwei Phasen: die hauptsächlich prospektive „Datenerhebung im Schockraum“ und die retrospektive „Vervollständigung der Daten“, die sich in der Art der Datengewinnung unterschieden. Jeder Patient wurde komplett von dem Doktoranden dokumentiert, der ihn schon im Schockraum gesehen hatte.

### **Datenerhebung im Schockraum**

Abspraken unter den Doktoranden stellten sicher, dass ständig einer von ihnen per Handy zu erreichen war. Die Nummer für dieses Gerät hing in der Notaufnahme und dem Schockraum aus (Abbildung 4).

Auf diesem Handy wurde der jeweilige Doktorand von der Notaufnahme alarmiert, sobald das präklinische Rettungsteam einen Schockraum-Patienten mit der Arbeitsdiagnose „Polytrauma“ oder „schweres Trauma“ vorangemeldet hatte. In der Regel konnte der Doktorand dann vor Eintreffen des Patienten im Schockraum auf diesen warten.

Im Schockraum war der Doktorand ausschließlich für die Dokumentation zuständig. Dabei nutzte er einen eigens dafür entwickelten Dokumentationsbogen (siehe Anhang). Für die Variablen der präklinischen Versorgung wurde außerdem auf das ausgefüllte Notarzteinsatzprotokoll nach DIVI-Standard (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin) zurückgegriffen. Ein eigens entwickelter zusätzlicher Fragebogen, der vom Notarzt unmittelbar nach Patientenübergabe ausgefüllt wurde, ergänzte und vertiefte die Daten aus dem Notarzteinsatzprotokoll („Notarztfragebogen“, siehe Anhang).

Diese Phase der Datenerhebung im Schockraum war beendet, wenn der Patient in den Operationssaal oder auf die Intensivstation verlegt wurde.

### **Vervollständigung der Daten**

Die Datenerhebung eines Patienten konnte erst nach dessen Entlassung aus dem Krankenhaus abgeschlossen werden. Hierfür wurden die bereits im Schockraum erhobenen Daten durch Akteneinsicht vervollständigt.

## **2.2. Dateneingabe und Datenbanken**

Nach erfolgreicher Datenerhebung eines Patientenfalles wurde dieser von den Doktoranden anonymisiert in zwei Datenbanken eingepflegt. Hierbei handelte es sich um das TraumaRegister und eine SPSS-Datendatei. Vor dem endgültigen Abschluss eines Falles wurden die erhobenen und eingetragenen Daten zusammen mit dem Betreuer der Arbeit nach dem „vier-Augen-Prinzip“ auf Übertragungsfehler und Plausibilität kontrolliert.

### **2.2.1. TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie**

Neben einem britischen Pendant („TARN“) handelt es sich beim TraumaRegister der DGU um das führende TraumaRegister in Europa. Es nehmen auch Kliniken aus Luxemburg, Niederlande, Österreich, Belgien, Finnland, Schweiz, Slowenien und der Vereinigten Arabischen Emirate an der Dateneingabe teil.<sup>52,61,62</sup>

Das TraumaRegister der DGU war für die Doktoranden über eine Internet-Plattform mit einem personalisierten Login erreichbar. Alle Patienten die den TraumaRegister - Einschlusskriterien entsprachen, wurden hierin erfasst. Die Erfassung erfolgte anonymisiert und standardisiert. Sie reichte vom Unfallort bis zur Klinikentlassung.<sup>9</sup> Der Dokumentationsbogen der 150 abgefragten Variablen ist im Anhang zu finden und folgendermaßen gegliedert:

Tabelle 1: Gliederung der Variablen des TraumaRegisters nach Zeitpunkten					
Stammdaten Bogen S	Prälinik Bogen A	Notaufnahme Bogen B	Intensivstation Bogen C	Diagnosen Bogen D	Abschluss Bogen D

### **2.2.2. IBM SPSS Statistics®**

Das modulare Statistik- und Datenanalyseprogramm IBM SPSS Statistics ermöglicht umfangreiche statistische und graphische Datenanalysen nach den gebräuchlichsten statistischen Verfahren.<sup>63,64</sup>

In dieser Arbeit beinhaltete die SPSS-Datendatei zur Datenerfassung zusätzlich zum TraumaRegister-Datensatz 310 Variablen, die die Angaben aus dem TraumaRegister in den Bereichen der Prälinik und Notaufnahme vertieften.

### **2.2.3. Validität der Daten**

Vor der Datenauswertung wurden verschiedene Mechanismen angewandt, um Fehler in der Datenerhebung und Dateneingabe möglichst zu vermeiden. Zu diesen zählten:

- Jeder Doktorand wurde persönlich in die Datenerhebung eingearbeitet
- Alle Daten wurden zusammen mit dem Betreuer der Arbeit nach dem „Vier-Augen-Prinzip“ auf ihre Plausibilität überprüft
- Das TraumaRegister führte bereits während der Eingabe interne Plausibilitätskontrollen durch
- Bei der Datenerhebung wie auch bei der Dateneingabe wurde auf redundante Variablen zurückgegriffen (beispielsweise Volumengabe im Notarzteinsatzprotokoll und im Notarztfragebogen)

Möglicherweise negativ auf die Datenqualität wirkte sich eine zu späte oder versäumte Alarmierung der Doktoranden aus. In diesen Fällen konnten die Daten aus den Bereichen „Prälinik“ und „Schockraum“ weniger detailliert und nur retrospektiv erhoben werden.

## 2.3. Erhobene Variablen

Die mehr als 460 Variablen pro Fall enthielten verschiedenste Informationen über den Patienten, seine Verletzungen und seine Versorgung. Von diesen Variablen wurden mindestens (je nach Anzahl der Verletzungen) 150 im TraumaRegister und 310 in der SPSS-Datendatei dokumentiert.

### 2.3.1. Bereich „Stammdaten und Prälinik“

„Stammdaten“ waren Grundinformationen über den Patienten und den Unfall.

Der Eingabebereich „Prälinik“ befasste sich mit dem Zeitraum vom Unfall bis zur Übergabe des Patienten in der Notaufnahme. Tabelle 2 und der oben erwähnte Notarztfragebogen geben Aufschluss über die erhobenen Variablen in diesem Bereich.

Tabelle 2: Variablen der Stammdaten und der Prälinik	
Alter und Geschlecht des Patienten	Unfallanamnese
Anzahl behandelnder Notärzte	Vitalfunktionen, GCS, neurologischer Status
Informationen über den Notarzt und das Transportmittel	Verdachtsdiagnosen
Alle Maßnahmen der Diagnostik und Therapie; aufgeschlüsselt nach den einzelnen Handlungen der Notärzte (sofern mehrere Notärzte an der Behandlung beteiligt waren)	
Zeiten der Notarztversorgung. Unter anderem: - Gesamte präklinische Zeit (Zeit zwischen Unfall und Ankunft im Schockraum) - Behandlungszeit (Zeit zwischen Ankunft des primären Rettungsmittels und Abfahrt)	

### 2.3.2. Bereich „Notaufnahme“

Die Variablen der Rubrik „Notaufnahme“ (Tabelle 3) beschrieben die diagnostischen und therapeutischen Prozeduren von der Ankunft des Patienten in der Notaufnahme bis zum Transport auf die Intensivstation oder in den Operationssaal.

Tabelle 3: Variablen der Notaufnahme	
Vitalfunktionen + GCS und deren zeitlicher Verlauf	Laborparameter (incl. erste BGA)
Durchgeführte Diagnostik	Temperatur
Durchgeführte Therapie	Auffälligkeiten wie beispielsweise Zeitverzögerungen
Zeitpunkt und Dauer der diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen	

### **2.3.3. Bereich „Intensivstation“**

Im Bereich Intensivstation wurden folgende Variablen erhoben und ausgewertet:

Tabelle 4: Variablen der Intensivstation	
Vitalfunktionen	Labordaten
Aufenthaltsdauer in Tagen	Beatmungsdauer in Tagen
Therapie (insbesondere medikamentöse Therapie)	Komplikationen wie Sepsis und Multiorganversagen

### **2.3.4. Bereich „Diagnosen“**

Jede durch das Trauma erlittene Verletzung wurde durch einen AIS - Code (AIS2005 - update 2008) codiert. Vorgenommene operative Eingriffe zur Behandlung der Verletzungen wurden ebenfalls dokumentiert.

### **2.3.5. Bereich „Abschluss“**

In der Rubrik Abschluss wurde das Entlassungs-, Verlegungs- oder gegebenenfalls Todesdatum erfasst.

Der Zustand, in dem der Patient das Universitätsklinikum Regensburg verließ, wurde anhand der Glasgow Outcome Scale festgehalten (s.u.). Bei verstorbenen Patienten wurde die Todesursache angegeben.

## **2.4. Scoring-Systeme und Definitionen**

Scoring-Systeme (oder auch „Scores“) haben in der Medizin die Aufgabe den meist komplexen Patientenzustand in einem, meist einzigen, Punktwert abzubilden. Ein Informationsverlust ist hierbei unumgänglich. Diesem Nachteil stehen mehrere Vorteile gegenüber:

- Schnelle, fehlerarme, weltweit verständliche und eindrückliche Kommunikation
- Möglichkeit der Beschreibung und des Vergleichs von einzelnen Patienten und Patientenkollektiven in der Forschung; hierdurch auch Vergleichbarkeit von Forschungsergebnissen
- Einsatz als Instrument der externen Qualitätssicherung (z.B. Überlebenswahrscheinlichkeiten im Vergleich zum tatsächlichen Überleben)
- Hilfe bei Therapieentscheidungen (beispielsweise GCS-Wert als Intubationsindikation nach Schädel-Hirn-Trauma)

## 2.4.1. Abbreviated Injury Scale

Die Abbreviated Injury Scale (AIS) ist ein 1968 eingeführter anatomischer Score bzw. eine Codierung zur Beschreibung und Schweregradeinteilung von Einzelverletzungen.<sup>65,66</sup>

Ursprünglich wurde die AIS in der Auto-Unfallforschung entwickelt und eingesetzt. In ihrer ersten Version waren weniger als 75 Verletzungen mit strukturellem Korrelat codiert.<sup>67</sup> In der aktuell fünften Revision (update 2008), sind ca. 2.000 Verletzungen erfasst. Heute findet der AIS-Code weltweit Verwendung zur Beschreibung von stumpfen und penetrierenden Verletzungen unterschiedlichster Genese.<sup>68,70,71</sup>

Jede Verletzung wird durch einen 7-stelligen numerischen Code definiert. Die ersten sechs Ziffern („Numerical Injury Identifier“) beschreiben Verletzungsart, Verletzungsregion und betroffene anatomische Struktur. Die letzte, durch einen Punkt abgetrennte, Ziffer (der eigentliche AIS-Code) gibt den Schweregrad der Verletzung an. Über die Art der Behandlung, die Behandlungsqualität oder die Langzeitfolgen werden keine Aussagen getroffen.<sup>69,71</sup>

Durch die Einteilung in sechs Kategorien (Tabelle 5) werden unterschiedliche Verletzungen mit annähernd gleicher Überlebenschance zusammengefasst. Es kann aber keine Aussage zur Größe des Unterschieds zwischen den Abstufungen gemacht werden, da die AIS-Codes eins bis sechs ordinalskaliert sind. Eine weitere Abstufung ist der AIS-Code 9, der für eine unbekannte Verletzungsschwere steht. Durch die Hinzunahme dieser Codierung verliert der AIS-Code seine Ordinalskalierung.<sup>67,70</sup>

Da sich die Überlebenschance als sehr valide Proxy-Variablen für die Schwere einer Verletzung gezeigt hat, kann man sagen, dass die AIS die Schwere einer Verletzung abbildet.<sup>71</sup> Daher ist die AIS auch Grundlage gängiger Polytrauma-Definitionen.<sup>73,72</sup>

Tabelle 5: AIS-Codierungen und deren Bedeutung mit Beispielverletzungen				
AIS	Original - Beschreibung	Übersetzt	Beispiel (SHT)	„Ganzer AIS“
1	minor	Gering	Commotio cerebri	161001.1
2	moderate	Ernsthaft	winzige Epiduralblutung	140631.2
3	serious	Schwer	winzige Subduralblutung	140651.3
4	severe	Sehr Schwer	kleine Subduralblutung	140652.4
5	critical	Kritisch	große Subduralblutung	140656.5
6	maximum injury virtually unsurvivable	Nicht behandelbar	Massive Zerstörung des Hirnstammes	140212.6

Alle Verletzungen der hier betrachteten Patienten wurden mittels AIS-Code codiert. Dies geschah im TraumaRegister mit Hilfe einer Eingabemaske (Abbildung 5), die das AIS-Codebuch 2005 update 2008 abbildete.

Bezeichner	AIS2005 - Code
Kopf	
Gehirn	
Großhirn	
Kontusionen	
winzig, < 1cm im Durchmesser	<a href="#">140605.2</a>
klein, oberflächlich, 1-4cm im Durchmesser (Kinder: ≤ 2cm) oder Volumen < 30cm³ (Kinder: < 15cm³); Mittellinienverlagerung ≤ 5mm <b>Kommentar:</b> Kinder: gemeint sind hier Kinder bis zum 10. Lebensjahr	<a href="#">140606.3</a>
groß, > 4cm im Durchmesser (Kinder: > 2cm) oder Volumen 30-50cm³ (Kinder 15-30cm³); Mittellinienverlagerung > 5mm	<a href="#">140608.4</a>
ausgedehnt, massiv; Volumen > 50cm³ (Kinder: > 30cm³)	<a href="#">140610.5</a>
multiple Kontusionen	<a href="#">140611.3</a>

Abbildung 5: Auszüge aus der Eingabemaske des TraumaRegisters am Beispiel von Kontusionen des Großhirns. Available from: [www.traumaregister.de](http://www.traumaregister.de)

Die AIS kann nur die Schwere von Einzelverletzungen beschreiben. Für die Einschätzung der Gesamt-Verletzungsschwere bei Mehrfachverletzten wurde die Maximum-AIS (MAIS) vorgeschlagen. Diese betrachtet den höchsten beim Patienten vorkommenden AIS und soll Aussagen über die wahrscheinliche Letalität der Verletzungen des Patienten treffen. Der Zusammenhang zwischen MAIS und Letalität ist jedoch nicht linear. Als eine bessere Methode zur Einschätzung der Verletzungsschwere bei Mehrfachverletzten stellte sich der Injury Severity Score heraus.<sup>68,73</sup>

## 2.4.2. Injury Severity Score

Der Injury Severity Score (ISS), aufbauend auf der AIS, wurde 1974 von Susan Baker und Kollegen beschrieben. Es handelt sich um einen numerischen, anatomischen Score, der zur Einschätzung der Verletzungsschwere bei Mehrfachverletzten dient und Aussagen über ihre voraussichtliche Letalität treffen kann. Im Vergleich zum AIS besteht hier ein linearer Zusammenhang zwischen Letalität und ISS.<sup>73,74</sup> Auch in Polytrauma-Definitionen ist er enthalten: Als Polytrauma wird in der Literatur meist ein Patient mit einem ISS ≥ 16 definiert.<sup>52, 75</sup> Dieser Wert war auch Einschlusskriterium dieser Arbeit.

Errechnet wird der ISS durch die Quadratur und anschließende Addition der höchsten AIS-Werte (letzte Ziffer im AIS-Code) in den drei am schwersten verletzten Körperregionen aus Tabelle 6. So ergeben sich numerische Werte von 0 (keine Verletzung) bis 75 (maximale Verletzungsschwere). Diese Rechnung ist gültig für AIS-Werte von 1 bis 5. Ein AIS von 6 (per Definition nicht behandelbare Verletzung) ergibt definitionsgemäß den maximalen ISS von 75. Ein AIS von 9 („unbekannt“) gab es bei keinem der hier untersuchten Patienten und macht die Berechnung des ISS unmöglich.<sup>73</sup>

Tabelle 6: Sechs Körperregionen zur Berechnung des ISS	
Kopf / Nacken / Hals	Abdomen
Gesicht	Extremitäten und Becken
Thorax	Sonstige / Weichteile

Ein großer Kritikpunkt am ISS ist, dass er unter Umständen mehrere schwere Verletzungen in einer Körperregion unberücksichtigt lässt. Diese Problematik griffen 1997 Osler und Kollegen auf und schlugen eine Vereinfachung des ISS vor, der dieses Problem beheben sollte - der New Injury Severity Score (NISS). Dieser wird wie der ISS berechnet, nur dass zur Berechnung die drei höchsten AIS-Werte unabhängig von der Körperregion herangezogen werden (Tabelle 7).<sup>76</sup>

Vergleichende Studien haben überwiegend die, wenn auch geringe, Überlegenheit des NISS gegenüber dem ISS gezeigt (siehe auch Abbildung 6 und <sup>76,77,78,79,80</sup>). Ungeachtet der Logik und der Datenlage hat sich der New Injury Severity Score bisher nicht vollkommen durchgesetzt. So wird z.B. im Jahresbericht des TraumaRegisters der ISS noch stärker als der NISS hervorgehoben.<sup>52</sup>

Tabelle 7: Zusammenfassung der Berechnung von ISS und NISS				
ISS =	Quadratsumme der drei höchsten AIS - Werte	aus den drei am schwersten verletzten Körperregionen	und deren Addition	<b>Ergebnis:</b> Werte von 0 - 75
NISS =		unabhängig von den verletzten Körperregionen		
Ein AIS - Wert von 6 ergibt definitionsgemäß das Ergebnis von 75 Punkten				

### 2.4.3. Revised Injury Severity Classification Score

Ebenfalls zur Prognoseabschätzung wurde der Revised Injury Severity Classification Score (RISC) verwendet. Es handelt sich hier um einen von Prof. Lefering entwickelten Score, der seit dem Jahr 2003 den zuvor genutzten Trauma and Injury Severity Score (TRISS) im TraumaRegister ersetzt.<sup>81,112</sup>

Die Schwächen des TRISS (u.a. Adjustierung an ein vor allem amerikanisches Patientengut aus den 80er Jahren, starke Schwankungsbreite der verrechneten physiologischen Parameter, geringer Einfluss von Kopfverletzungen)<sup>70, 82, 83, 84, 106</sup> führten 2001 dazu, dass nach einem Score gesucht wurde, der, aufbauend auf den Daten des TraumaRegisters, das Überleben (Wahrscheinlichkeit in %) noch exakter vorherzusagen vermag. Prof. Lefering untersuchte ca. 1.200 Schwerverletzte aus dem TraumaRegister aus den Jahren 1993 - 2000. Durch multivariate logistische Regression fand er elf Parameter (siehe Tabelle 8), die nach seinen Daten das Überleben exakter als bisherige Scores (z.B. TRISS, ISS, NISS) vorhersagte (siehe Abbildung 6). Seine Daten wurden mittlerweile von verschiedenen Studien verifiziert und in den Folgejahren mit den neuen Daten aus dem TraumaRegister validiert.<sup>49,81,84</sup>

Tabelle 8: Parameter zur Berechnung des RISC			
1	Alter (4 Altersgruppen)	7	Base Excess der ersten BGA (2 Gruppen)
2	NISS	8	PTT (4 Gruppen)
3	präklinische Reanimation	9	GCS (2 Gruppen)
4	Bluttransfusion > 9 Einheiten	10 + 11	Grad der Kopfverletzung (3 Gruppen) und Extremitätenverletzung (2 Gruppen) nach AIS - Wert
5	Blutdruck > 90mmHg		
6	Hb-Wert < 9mg/dl		

Aktuell wird im TraumaRegister der neuere RISC II verwendet, der an ein aktuelleres Patientengut adjustiert ist und besser mit fehlenden Werten umgehen kann als der RISC I.<sup>85</sup> Zum Zeitpunkt der Datenerhebung dieser Arbeit war nur der RISC I verfügbar und ist zur Berechnung genutzt worden.

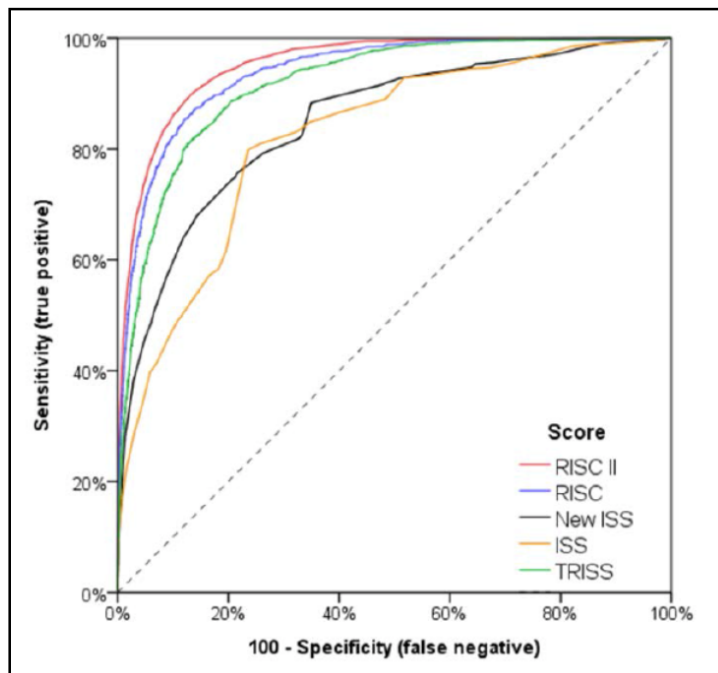


Abbildung 6: Vergleich der ROC-Kurven verschiedener Scores an 17.414 Patienten aus dem TraumaRegister. Die größte Fläche unter der ROC-Kurve, und damit die größte Genauigkeit, besitzt der RISC II, gefolgt vom RISC I (Quelle:<sup>85</sup>)

#### **2.4.4. Glasgow Outcome Scale**

Die Glasgow Outcome Scale (GOS) wurde im Jahr 1975 von Jennett und Bond publiziert und ist ein heute weltweit genutzter Score um das Outcome in Studien über Schädel-Hirn-Traumen zu beschreiben.<sup>86,87,96</sup>

Besonders an dieser Skala ist, dass sie ausschließlich Angaben über Behinderungen aufgrund mentaler Beeinträchtigungen macht. Man spricht hier auch vom „sozialen Outcome“, da der Patient in Interaktion zu seiner sozialen Umwelt bewertet wird. Organische Befunde, weder vom Gehirn noch extrakraniell, spielen bei der Einstufung in die Kategorien keine Rolle.<sup>86,88,89</sup>

Die GOS wurde in dieser Arbeit als Outcome - Parameter genutzt und beschreibt in fünf Abstufungen (Tabelle 9) den mentalen Patientenzustand bei Entlassung oder Verlegung aus dem Krankenhaus. Streng genommen darf GOS 5 („tot“) nur vergeben werden, wenn die Todesursache ein Schädel-Hirn-Trauma ist.<sup>88,95</sup> Hier wurde jedoch auch jede andere Todesart mit einer GOS 5 codiert. Die genaue Todesart war in der Datenbank als eigene Variable zu finden.

Dass ein Score aus der Schädel-Hirn-Trauma-Forschung hier verwendet wurde hat mehrere Gründe:

- Die meisten schwer verletzten Patienten erleiden primäre Verletzungen am Gehirn (TraumaRegister mit AIS  $\geq$  2: 60% im Jahr 2011<sup>112</sup> und 48% in Jahr 2015<sup>52</sup>).
- Schwer verletzte Patienten können, insbesondere in der Frühphase, sekundäre Hirnschäden erleiden (Oxygenierungsstörungen durch Schockgeschehen).<sup>50</sup>
- Auch späte Komplikationen nach schweren Traumata wie Multiorganversagen und die Ausbildung von Gerinnungsstörungen können sekundär zu Schäden des Gehirns führen.

Tabelle 9: Bedeutung der fünf GOS-Abstufungen			
GOS	Beschreibung DGU	Im Originaltext	Bedeutung
GOS 1	gut erholt	good recovery	may have nondisabling sequelae vorheriger sozialer, familiärer und beruflicher Lebensstandard wird mit evtl. leichten Einschränkungen erreicht
GOS 2	mäßig behindert	moderate disability	independent but disabled selbstständiger Patient, der alte Lebensstandard wird nicht erreicht. In bestimmter Umgebung arbeitsfähig
GOS 3	schwer behindert	severe disability	conscious but dependent tägliche Unterstützung ist erforderlich. Totale bis geringe Abhängigkeit sind möglich
GOS 4	nicht ansprechbar	persistent vegetative state	awake but non-sentient Phasen der „Wachheit“ möglich (Augen werden geöffnet), befolgt aber nie Befehle
GOS 5	tot	death	Patient verstorben

Schwachstellen der GOS sind fehlende Definitionen zur exakten Einteilung der Patienten sowie die weite Spanne an mentalen Einschränkungen, die einer Kategorie zugeordnet werden können.<sup>90,91</sup> Zudem wurde der GOS-Wert hier nicht in einem strukturierten Interview sondern nach Aktenlage erhoben, was nach vielen Autoren (nicht aber nach Jennett et al.<sup>88</sup> sowie Brooks et al.<sup>92</sup>) zu einer schlechten Interraterreliabilität führt.<sup>89,93,94</sup>

Erhebungszeitpunkt war für jeden Patienten die Entlassung aus der Klinik. Es ist zu beachten, dass Änderungen des GOS (vor allem in den ersten sechs Monaten nach dem Unfall) möglich sind.<sup>86,95,96</sup>

### **2.4.5. Multiorganversagen**

In dieser Arbeit wurde die Entwicklung eines Multiorganversagens als einer der Outcomeparameter verwendet. Ein Organversagen wurde (nach den Kriterien des TraumaRegisters<sup>97</sup>) folgendermaßen definiert (Tabelle 10):

Tabelle 10: Definition eines Organversagens	
Organsystem	Ausprägung (über mindestens zwei Tage)
Atmung (Lunge)	PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub> ≤ 200 mmHg trotz Beatmung
Koagulation	Thrombozyten < 50.000 / mm <sup>3</sup>
Leber	Bilirubin ≥ 6,0 mg / dl
ZNS	Glasgow Coma Scale (GCS) < 9 Punkte
Niere	Kreatinin ≥ 3,5mg / dL oder Ausfuhrmenge < 500 ml / Tag
Herz-Kreislauf	Katecholamindosis Dopamin > 5 µg / kg * min oder jegliche Adrenalin / Noradrenalin-Gabe

Ein Multiorganversagen lag vor, wenn nach dieser Definition gleichzeitig mehr als zwei Organsysteme vom Organversagen betroffen waren und dieser Zustand über zwei Tage lang anhielt.

## 2.5. Verwendete Programme und statistische Auswertung

Grafiken und Tabellen wurden mit SPSS und den Textverarbeitungsprogrammen Pages und Microsoft Word erstellt.

Durch das TraumaRegister wurden Werte für die oben aufgeführten Scores errechnet und einfache Vorauswertungen (z.B. die Berechnung des Alters aus Geburtsdatum und Unfalldatum) durchgeführt. Danach wurden die Daten in die bestehende SPSS-Datendatei integriert.

Die endgültige statistische Auswertung aller Daten erfolgte durch SPSS in seiner 23. Version. Verschiedene Tests kamen bei der Auswertung zum Einsatz:

### 2.5.1. Test auf Normalverteilung

Um zu testen, ob stetige Variablen in ihrer Grundgesamtheit normalverteilt waren, wurde der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest durchgeführt. Den Ergebnissen vorgehend sei hier erwähnt, dass keine der hier untersuchten Variablen normalverteilt vorlag.

### 2.5.2. Vergleich von Mittelwerten

Aufgrund der fehlenden Normalverteilung wurde anstatt des sonst gebräuchlichen T-Tests zum Vergleich stetiger Variablen zweier Fallgruppen der Mann-Whitney-U-Test (auch: U-Test) durchgeführt. Dieser prüft die Rangfolge von zwei Merkmalsausprägungen einer Variable und kann auch bei fehlender Normalverteilung genutzt werden.

Bei einer Untersuchung wurden zwei gepaarte Fallgruppen untersucht. In diesem Fall wurde der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test (Wilcoxon-Test) verwendet.

### **2.5.3. Test auf identische Häufigkeitsverteilung**

Zum Test, ob eine dichotome Variable einer angenommenen Verteilung (in diesem Fall: unterschiedliche Häufigkeiten auf beiden Seiten) entspricht, wurde der Binominal-Test durchgeführt.

### **2.5.4. Test auf Zusammenhänge zwischen kategorialen Variablen**

Um Zusammenhänge zwischen kategorialen Variablen zu testen, wurde eine Kreuztabelle erstellt. Mit dem Chi-Quadrat-Test wurde anschließend geprüft, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich die Ergebnisse auf die Grundgesamtheit übertragen lassen. Konnte ein Chi-Quadrat-Test wegen zu geringer Fallzahlen in den einzelnen Zellen nicht durchgeführt werden, wurde der Exakte Test nach Fischer (oder auch: Fischer-Yates-Test) verwendet.

### **2.5.5. Signifikanzniveau**

Bei allen oben genannten statistischen Tests wurde das Signifikanzniveau durch  $p < 0,05$  definiert.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Größe des untersuchten Patientenkollektivs

Im Zeitraum der Datenerhebung vom 01.09.2007 bis zum 31.12.2011 wurden von den Doktoranden 952 Patientenfälle dokumentiert. Von diesen waren 198 Patienten zuverlegt, 264 Patienten hatten einen ISS von unter 16 Punkten und bei 131 Fällen waren keine Informationen über die Anzahl der behandelnden Notärzte vorhanden. Demnach bleibt nach Anwendung aller Ein- und Ausschlusskriterien ein Patientenkollektiv von 359 gültigen Fällen (siehe Abbildung 7).

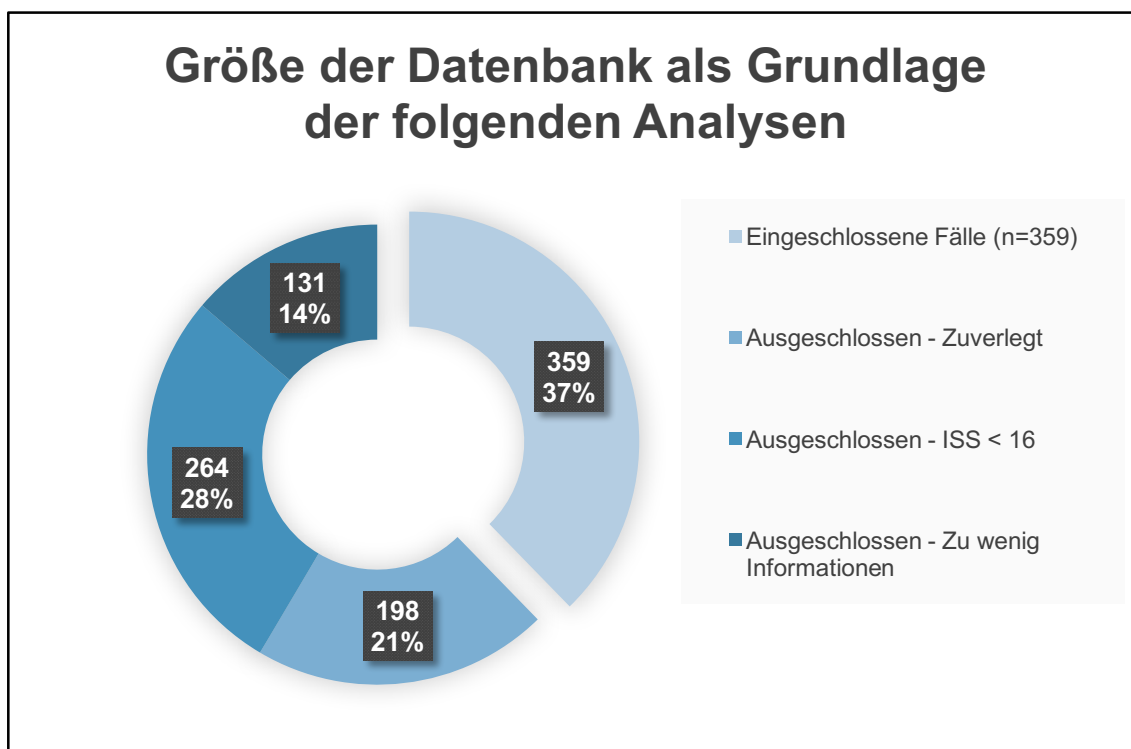


Abbildung 7: Ein- und ausgeschlossene Fälle der Datenbank

#### 3.2. Überblick über Notärzte und Transportmittel

##### 3.2.1. Anzahl behandelnder Notärzte und Transportmittel

Tabelle 11: Anzahl der behandelnden Notärzte und zuverlegendes Transportmittel					
Anzahl der behandelnden Notärzte			Zuverlegendes Transportmittel		
Anzahl Notärzte	Häufigkeit	Prozent	Transportmittel	Häufigkeit	Prozent
Ein Notarzt	166	46,2 %	Boden	112	31,2 %
Zwei Notärzte	193	53,8 %	Luft	247	68,8 %
<b>Gesamt</b>	359	100 %	<b>Gesamt</b>	359	100 %
n=359 von 359; 100%			n=359 von 359; 100%		

Bei der Betrachtung der Anzahl behandelnder Notärzte waren etwas häufiger zwei Notärzte als einer alleine vor Ort (53,8% zu 46,2%, Tabelle 11, Abbildung 8). Bei den zubringenden Transportmitteln war der Lufttransport deutlich häufiger als der Bodentransport (68,8% zu 31,2% Tabelle 11, Abbildung 9).

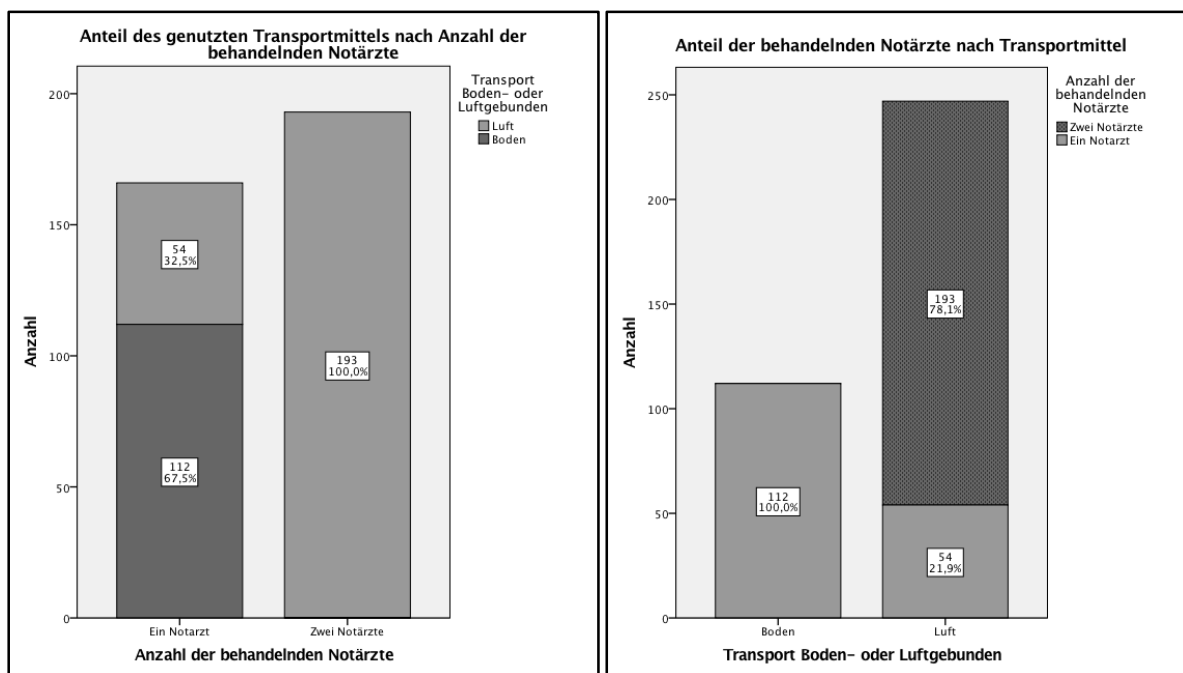


Abbildung 8: Anteil des Transportmittels nach Anzahl der Notärzte (links)

Abbildung 9: Anteil der behandelnden Notärzte nach Transportmittel (rechts)

Betrachtet man die Anzahl der behandelnden Notärzte und das Transportmittel in Kombination fällt auf, dass ein einzelner Notarzt in den meisten Fällen bodengebunden (67,5%) aber teilweise auch luftgebunden (32,5%) operierte. Bei zwei behandelnden Notärzten war das Transportmittel immer der Rettungshubschrauber. Dies erklärt die beobachteten häufigeren Lufttransporte (Hellgrau in Abbildung 8).

Bei der Betrachtung der Transportmittel in Abhängigkeit von der Anzahl der Notärzte ist zu erkennen, dass bodengebunden transportierte Patienten immer nur von einem Notarzt behandelt wurden. Luftgebunden transportierte Patienten wurden in 21,9% von einem und in 78,1% von zwei Notärzten versorgt (Abbildung 9).

### **3.2.2. Berufs- und Einsatzerfahrung der Notärzte abhängig vom besetzten Transportmittel**

Tabelle 12: Berufserfahrung der Notärzte abhängig vom besetzten Transportmittel				
Berufserfahrung (Jahre)		Transportmittel		Gesamt
		Bodengebunden	Luftgebunden	
0-5	Anzahl	8	5	13
	% innerhalb: Transportmittel	18,2 %	2,9 %	6,0 %
5-10	Anzahl	12	59	71
	% innerhalb: Transportmittel	27,3 %	34,3 %	32,9 %
mehr als 10	Anzahl	24	108	132
	% innerhalb: Transportmittel	54,5 %	62,8 %	61,1 %
Gesamt	Anzahl	44	172	216
	% innerhalb: Transportmittel	100 %	100 %	100 %

n=216 von 359; 60,2% / p=0,003 (Exakter Test nach Fischer)

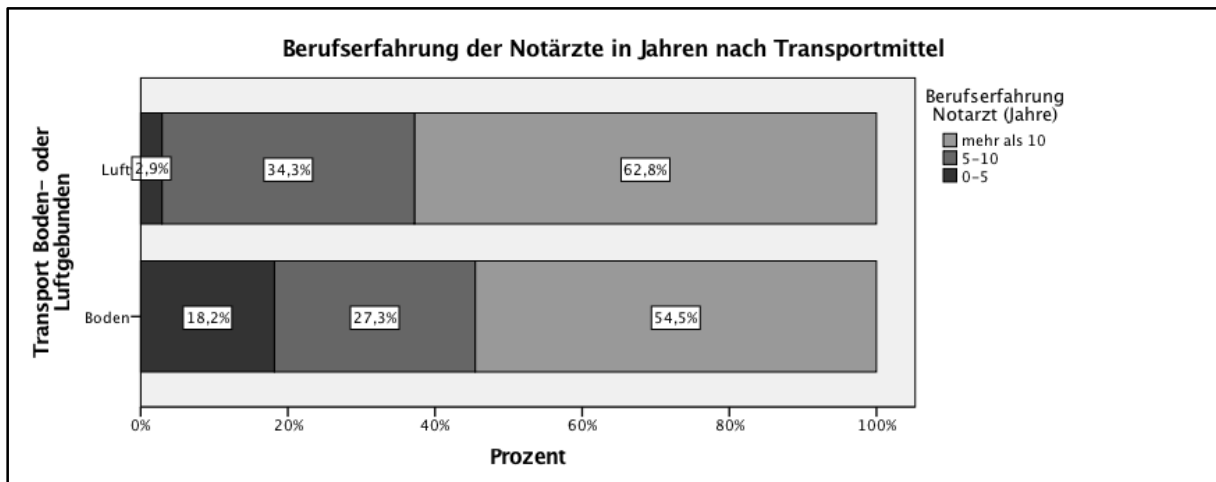


Abbildung 10: Berufserfahrung der Notärzte in Jahren nach Transportmittel

61,1% aller behandelnden Notärzte haben eine über 10-jährige Berufserfahrung als Arzt (nicht zwangsläufig als Notarzt) angegeben. Weniger als 5 Jahre Berufserfahrung hatten nur 6,0% aller Notärzte. Die verbliebenen 32,9% gaben eine Berufserfahrung zwischen 5 und 10 Jahren an.

Bei getrennter Betrachtung abhängig vom Transportmittel fällt die Tendenz auf, dass der bodengebundene Notarzt weniger Berufserfahrung besitzt als der luftgebundene Notarzt. Dieses Ergebnis ist mit einer Signifikanz nach dem Exakten Test nach Fischer von  $p=0,003$  klar innerhalb des gesetzten Signifikanzniveaus. Es ist zu beachten, dass die Angabe der Berufserfahrung der Notärzte nur in 60,2% der Fälle vorhanden ist (Tabelle 12, Abbildung 10).

Einsatzerfahrung (Notarzteinsätze im Jahr)		Transportmittel		Gesamt
		Bodengebunden	Luftgebunden	
0-50	Anzahl	7	3	10
	% innerhalb: Transportmittel	13,2 %	1,5 %	3,9 %
50-100	Anzahl	14	35	49
	% innerhalb: Transportmittel	26,4 %	17,2 %	19,1 %
100-150	Anzahl	12	79	91
	% innerhalb: Transportmittel	22,6 %	38,7 %	35,4 %
mehr als 150	Anzahl	20	87	107
	% innerhalb: Transportmittel	37,7 %	42,6 %	41,6 %
Gesamt	Anzahl	53	204	257
	% innerhalb: Transportmittel	100,0 %	100,0 %	100,0 %

n=257 von 359; 71,6% /  $p=0,001$  (Exakter Test nach Fischer)

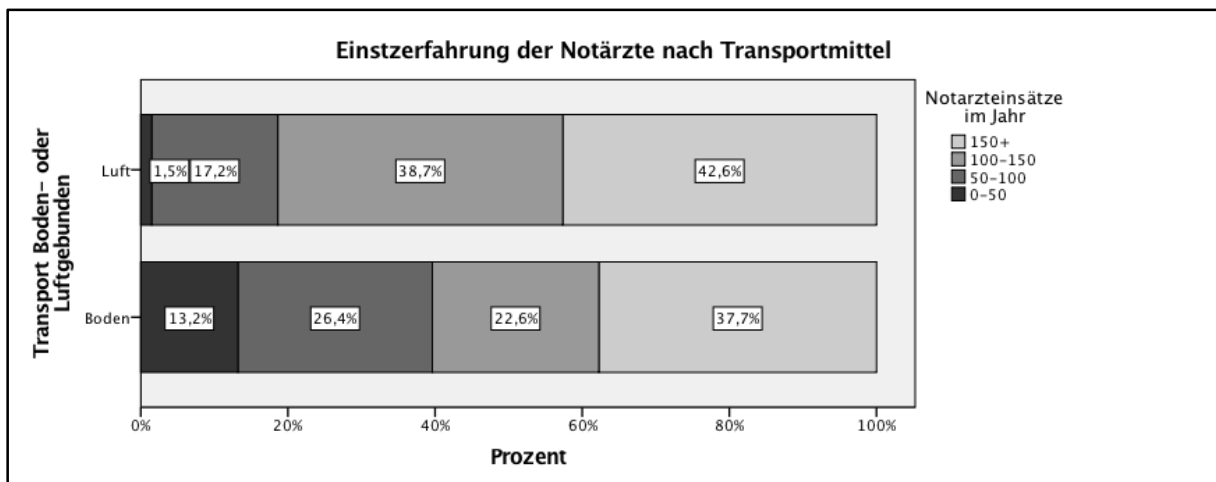


Abbildung 11: Einsatzzerfahrung der Notärzte nach Transportmittel

Bei der Betrachtung der Einsatzzerfahrung (Tabelle 13) fallen insgesamt hohe jährliche Einsatzzahlen auf. So hatten 77,0% der behandelnden Notärzte mehr als 100 Notarzteinsätze pro Jahr. 3,9% der behandelnden Notärzte gaben weniger als 50 Einsätze im Jahr an.

Die getrennte Betrachtung je nach Transportmittel zeigt, dass der luftgebundene Notarzt signifikant höhere jährliche Einsatzzahlen aufwies als der bodengebundene Notarzt ( $p=0,001$  Exakter Test nach Fischer). Auch hier ist der Anteil gültiger Werte von 71,6% zu beachten (Tabelle 13, Abbildung 11).

### 3.3. Vergleich des Patientengutes

#### 3.3.1. Geschlechterverteilung und Alter der Patienten

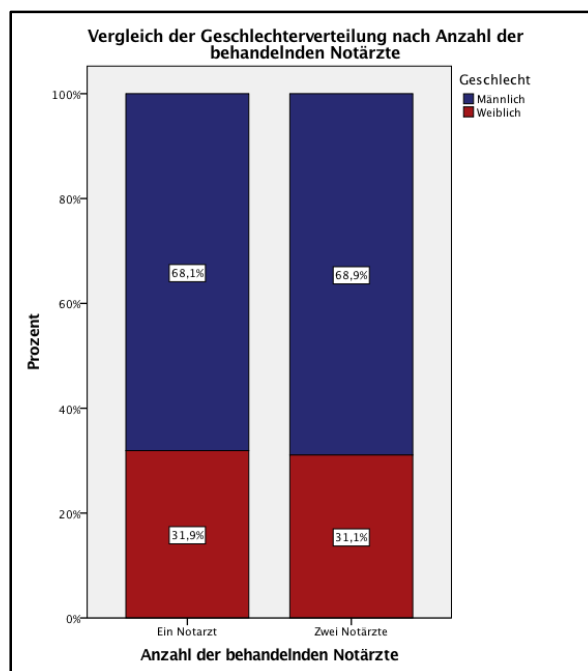


Abbildung 12: Anteil der Geschlechter nach Anzahl der behandelnden Notärzte

Eine Angabe über Alter und Geschlecht der Patienten ist in 100% der Fälle vorhanden. Insgesamt dominieren männliche Patienten das Patientengut mit einem Anteil von 68,5%. Weibliche Patienten machen einen Anteil von 31,5% aus.

Nach dem Chi-Quadrat-Test gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Geschlechterverteilung bei einem und bei zwei Notärzten ( $p=0,864$ , Abbildung 12).

Tabelle 14: Altersverteilung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte			
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte
Statistik (Alter in Jahren)	Mittelwert	41,01	38,63
	Standard -abweichung / -fehler	22,27 / 1,73	21,59 / 1,55
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	37,59 / 44,42	35,57 / 41,70
	Median	38,5	36,0

n=359 von 359; 100%

Tabelle 15: Altersverteilung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
Test auf signifikante Unterschiede des Alters (in Jahren)				95% Konfidenzintervall der Differenz	
	Signifikanz nach Mann-Whitney-U	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Statistik	0,283	-2,37	2,32	-6,94	2,19

n=359 von 359; 100%

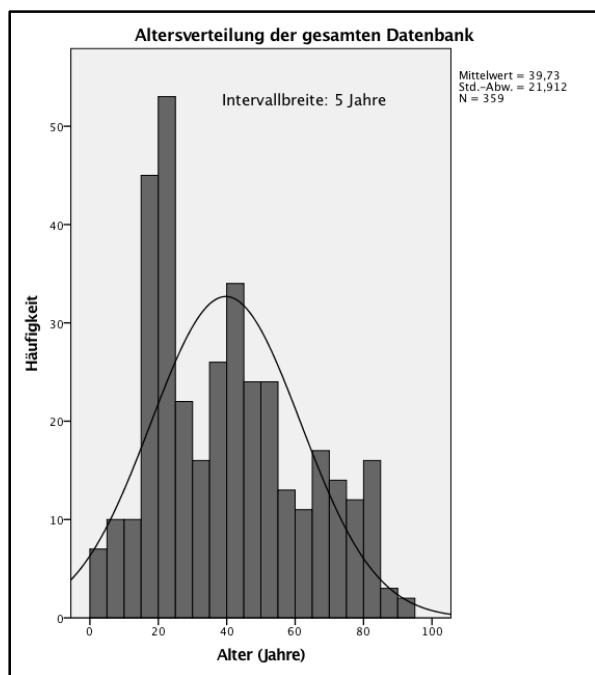


Abbildung 13: Histogramm zur Beschreibung des Alters in der gesamten Datenbank mit Normalverteilungskurve (links)

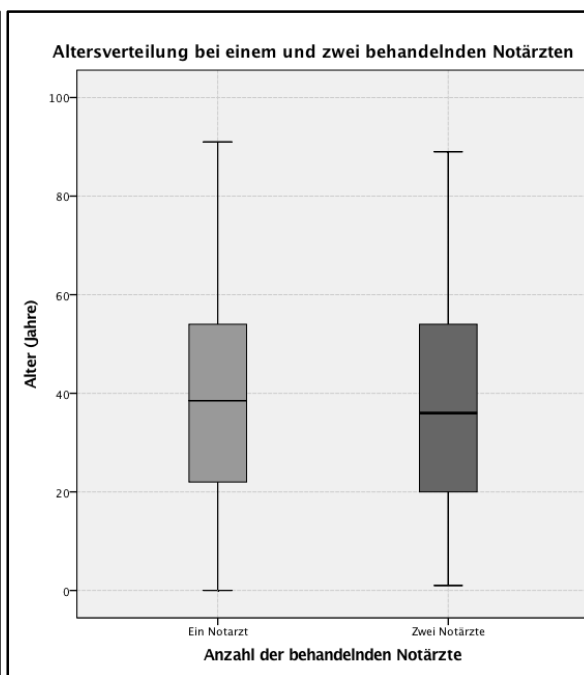


Abbildung 14: Altersverteilung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts)

Der Mittelwert des Alters für das gesamte Patientenkollektiv liegt bei 39,7 und der Median bei 38 Jahren. Das 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes liegt für die Grundgesamtheit zwischen 37,5 und 42,0 Jahren. Anhand des oben stehenden Histogramms (Abbildung 13) ist zu erkennen, dass weder eine Normal- noch eine gleichmäßige Verteilung vorliegt. Auffällig ist hier der Peak um 15-25 Jahre. Dieser repräsentiert 27% aller Fälle. Der jüngste Patient hatte ein Alter von 0 Jahren, der älteste Patient von 91 Jahren.

Wird das Alter der Patienten in Abhängigkeit der Anzahl der behandelnden Notärzte betrachtet, zeigt sich hier kaum ein Unterschied zwischen beiden Gruppen zueinander (Mittelwertunterschied von -2,4 Jahren bei zwei Notärzten). Diese Beobachtung ist mit  $p=0,283$  nach dem Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant. (Tabelle 15, Abbildung 14)

### 3.3.2. Unfallhergang und Traumaart

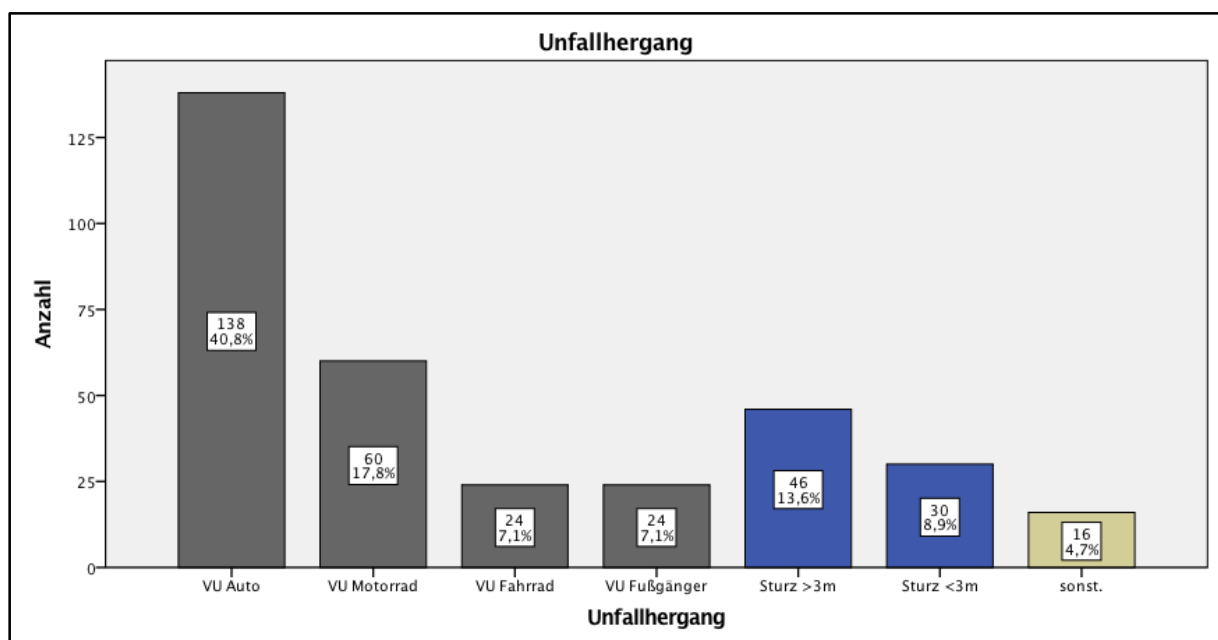


Abbildung 15: Balkendiagramm über die 7 Gruppen der Unfallhergänge im Gesamtkollektiv

Bei der Betrachtung der Unfallhergänge ist auffällig, dass die Gruppen der Verkehrsunfälle (abgekürzt mit VU in Abbildung 15) mit 72,8% die Statistik dominieren. Hier sind insbesondere die Autounfälle (40,8% aller Unfallhergänge) und die Motorradunfälle (17,8% aller Unfallhergänge) hervorzuheben. Daneben bilden mit 22,5% die Stürze eine zweite Gruppe, wobei mehr Stürze über 3m als unter 3m Höhe beobachtet werden. „Sonstige“ Unfallhergänge bilden die restlichen 4,7% ab und beinhalten beispielsweise Stich- oder Schussverletzungen sowie Überrolltraumata. Über den Unfallhergang liegen Daten in 338 Fällen vor. Dies entspricht 94,2% der gesamten Datenbank.

Folgende Tabelle (Tabelle 16) zeigt einen Anhalt der beobachteten Altersstruktur aller Patienten bei den oben beschriebenen Unfallhergängen:

Tabelle 16: Beobachtete Altersstruktur der Unfallhergänge	
Unfallhergang	Alter
VU Auto und Motorrad	überwiegend junges und mittleres Erwachsenenalter (um 30 Jahre)
VU Fahrrad	überwiegend 10-20 Jahre sowie 50-60 Jahre
VU Fußgänger	überwiegend 0-20 Jahre sowie 70-80 Jahre
Sturz > 3 Meter	überwiegend 40-70 Jahre
Sturz < 3 Meter	überwiegend Patienten älter als 60 Jahre
Sonstiges	eher homogene Altersverteilung

Ob sich der Anteil der Unfallhergänge bei einem bzw. zwei Notärzten unterschied, prüft die folgende Kreuztabelle (Tabelle 17):

Tabelle 17: Verteilung der Unfallhergänge abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
Unfallhergang		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt	Signifikanz nach Chi-Quadrat-Test
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte		
VU Auto	Anzahl	64	74	138	0,967*
	% innerhalb: Anzahl NA	41,0 %	40,7 %	40,8 %	
VU Motorrad	Anzahl	21	39	60	0,056*
	% innerhalb: Anzahl NA	13,5 %	21,4 %	17,8 %	
VU Fahrrad	Anzahl	12	12	24	0,702*
	% innerhalb: Anzahl NA	7,7 %	6,6 %	7,1 %	
VU Fußgänger	Anzahl	12	12	24	0,702*
	% innerhalb: Anzahl NA	7,7 %	6,6 %	7,1 %	
Sturz > 3 m	Anzahl	23	23	46	0,584*
	% innerhalb: Anzahl NA	14,7 %	12,6 %	13,6 %	
Sturz < 3 m	Anzahl	18	12	30	0,114*
	% innerhalb: Anzahl NA	11,5 %	6,6 %	8,9 %	
Sonstiges	Anzahl	6	10	16	0,473*
	% innerhalb: Anzahl NA	3,8 %	5,5 %	4,7 %	
Gesamt	Anzahl	156	182	338	Berechnung nicht sinnvoll
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %	

n=338 von 359; 94,2%. \* Ergebnis des Chi-Quadrat-Test für 2\*2-Kreuztabelle

Prüft man den Anteil der verschiedenen Unfallhergänge für die beiden Notarzt-Gruppen fällt Folgendes auf: Bei VU Auto, VU Fahrrad, VU Fußgänger, Sturz >3m und Sonstiges sind kaum Unterschiede zu erkennen (< 2,1% Differenz zwischen den Gruppen). Die Gruppe Sturz < 3m ist zu 4,9% häufiger bei einem als bei zwei Notärzten vertreten. Diese Beobachtung ist mit einer Signifikanz von  $p=0,114$  nach dem Chi-Quadrat-Test nicht signifikant. Der einzig annähernd signifikante Unterschied ( $p=0,056$  nach Chi-Quadrat-Test) ist bei der Gruppe der verunfallten Motorradfahrer zu beobachten. Diese Gruppe ist zu 7,9% häufiger bei zwei Notärzten als bei einem vertreten. (Tabelle 17, Abbildung 16)

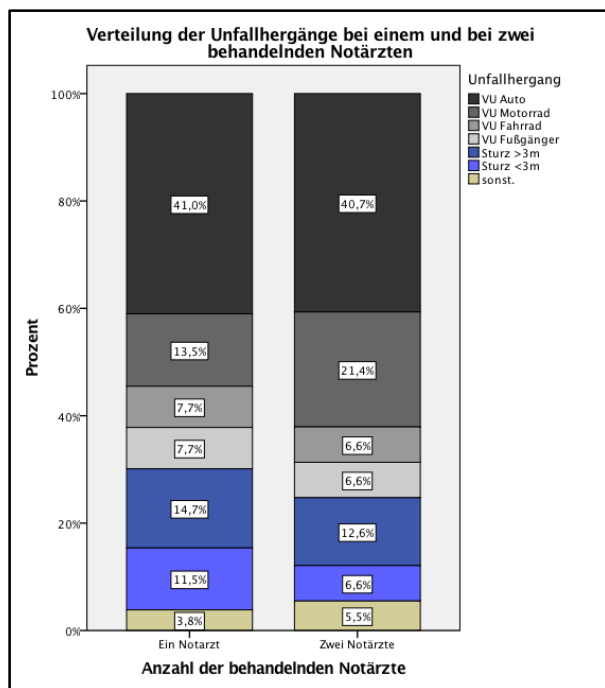


Abbildung 16: Verteilung der Unfallhergänge abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Bei der Traumaart zeigt sich, dass 97,8% ( $n=351$ ) aller Traumata stumpfer Natur waren. Die restlichen 2,2% ( $n=8$ ) waren penetrierende Traumata. Im Vergleich von einem bzw. zwei behandelnden Notärzten zeigt sich kein signifikanter Unterschied (0,3% mehr penetrierende Verletzungen bei zwei Notärzten;  $p=0,829$  nach Chi-Quadrat-Test).

### 3.3.3. Verletzungsmuster und Verletzungsschwere

#### AIS in verschiedenen Körperregionen

Tabelle 18: AIS in verschiedenen Körperregionen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
Anzahl der Notärzte		Statistik (AIS in Punkten)			
		Kopf	Abdomen	Thorax	Extremitäten
Ein Notarzt	Mittelwert	2,97	1,06	2,25	1,76
	Standard -abweichung / -fehler	1,92 / 0,15	1,59 / 0,12	1,83 / 0,14	1,45 / 0,11
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	2,68 / 3,26	0,82 / 1,30	1,97 / 2,53	1,54 / 1,98
	Median	3	0	3	2
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	6	5	5	5
Zwei Notärzte	Mittelwert	2,77	1,37	2,60	2,18
	Standard -abweichung / -fehler	1,92 / 0,14	1,54 / 0,11	1,62 / 0,12	1,43 / 0,10
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	2,49 / 3,04	1,15 / 1,59	2,37 / 2,83	1,98 / 2,38
	Median	3	2	3	2
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	6	5	5	5

n=359 von 359; 100%

Tabelle 19: AIS in verschiedenen Körperregionen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
Test auf signifikante Unterschieden der AIS-Verteilung in verschiedenen Körperregionen				95% Konfidenzintervall der Differenz	
Körperregion	Signifikanz nach Mann-Whitney-U	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Kopf	0,329	-0,20	0,20	-0,60	0,20
Abdomen	0,022	0,31	0,17	-0,02	0,63
Thorax	0,109	0,35	0,18	-0,01	0,71
Extremitäten	0,007	0,42	0,15	0,12	0,72

n=359 von 359; 100%

Bei der Betrachtung der Verletzungsschwere verschiedener Körperregionen zeigt sich, dass in der untersuchten Gruppe die Region „Kopf“ mit einem mittleren AIS von 2,86 am schwersten verletzt ist. Dies ist auch die einzige Region, in der ein AIS von 6 vergeben wurde. Es folgen die Regionen „Thorax“ mit einem mittleren AIS von 2,43 sowie „Extremitäten“ (1,99) und „Abdomen“ (1,23).

Im Vergleich der AIS-Werte für verschiedene Körperregionen, getrennt für ein bzw. zwei behandelnde Notärzte, zeigt sich für die Kopf-Region ein Mittelwertunterschied von -0,2 Punkten zugunsten von zwei Notärzten. Dieser Unterschied ist mit  $p=0,329$  nach dem Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant. Der Median ist mit 3 Punkten identisch und beide Gruppen hatten eine Spanne von 0-6 Punkten. Bei der initialen Vigilanz am Unfallort (abgebildet durch die Glasgow-Coma-Scale) wurde beobachtet, dass diese bei zwei Notärzten schlechter war als bei einem behandelnden Notarzt. Nach dem Mann-Whitney-U-Test ergibt sich für diese Beobachtung keine Signifikanz ( $p=0,134$ ).

Der Mittelwertunterschied bei der Region Abdomen beträgt +0,31 Punkte bei zwei Notärzten (Signifikanz von und  $p=0,022$  nach dem Mann-Whitney-U-Test). Auffällig ist auch der Unterschied des Median für einen Notarzt (0) und zwei Notärzte (2).

Für den Thorax liegt der Median für beide Gruppen bei 3 Punkten. Die Mittelwertdifferenz beträgt +0,35 Punkte für zwei behandelnde Notärzte. Hier zeigt sich eine Signifikanz von  $p=0,109$  nach dem Mann-Whitney-U-Test.

Für den Bereich der Extremitäten zeigt sich mit  $p=0,007$  nach dem Mann-Whitney-U-Test ein signifikanter Mittelwertunterschied, der in diesem Fall bei +0,42 Punkten für zwei behandelnde Notärzte liegt (Tabelle 18, Tabelle 19).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die Verletzungsschwere der Patienten bei einem und bei zwei Notärzten unterscheidet. Die Bereiche Abdomen und Extremitäten sind bei zwei Notärzten signifikant schwerer verletzt. Auch der Thorax ist nach dem AIS bei zwei behandelnden Notärzten schwerer verletzt, hier wird das gesetzte Signifikanzniveau jedoch nicht erreicht. Für den Kopf zeigen sich tendenziell schwerere Verletzungen bei einem Notarzt, die aber ebenfalls nicht signifikant sind.

### ***Häufigkeit von AIS $\geq 3$ - Verletzungen in verschiedenen Körperregionen***

Tabelle 20: Anteil von AIS $\geq 3$ in verschiedenen Körperregionen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
AIS $\geq 3$ Punkte		Anzahl der Notärzte		Gesamt	Signifikanz nach Chi-Quadrat-Test
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte		
Kopf	Anzahl	107	120	127	0,655*
	% innerhalb: Anzahl NA	64,5 %	62,2 %	63,3 %	
Abdomen	Anzahl	33	39	72	0,938*
	% innerhalb: Anzahl NA	19,9 %	20,2 %	20,1 %	
Thorax	Anzahl	89	123	212	0,052*
	% innerhalb: Anzahl NA	53,6 %	63,7 %	59,1 %	
Extremitäten	Anzahl	57	89	146	0,024*
	% innerhalb: Anzahl NA	34,3 %	46,1 %	40,6 %	

n=359 von 359; 100% \* Ergebnis des Chi-Quadrat-Test für 2\*2-Kreuztabelle

Bei der Untersuchung der Häufigkeit schwer verletzter Körperregionen zeigt sich, dass die Region Kopf am häufigsten schwer verletzt ist (63,3%). Es folgen die Regionen Thorax (59,0%) und Extremitäten (40,6%). Das Abdomen ist mit 20,1% am seltensten schwer verletzt.

Im Vergleich der Notärzte zeigt sich, dass der Bereich „Extremitäten“ bei zwei Notärzten um 11,8% signifikant häufiger schwer verletzt ist (34,3% zu 46,1%,  $p=0,024$ ). Diese Beobachtung kann auch im Bereich des Thorax gemacht werden (53,6% zu 63,7%). Hier wird bei einem Unterschied von 10,1% das gesetzte Signifikanzniveau jedoch knapp verfehlt ( $p=0,052$ ). Die Bereiche Kopf und Abdomen unterscheiden sich nominell nicht stark voneinander; eine Signifikanz lässt sich nicht nachweisen (Tabelle 20).

### Injury Severity Score

Tabelle 21: ISS-Werte der Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte			
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte
Statistik (ISS in Punkten)	Mittelwert	31,81	32,30
	Standard -abweichung / -fehler	15,21 / 1,18	12,95 / 0,93
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	29,48 / 34,14	30,46 / 34,14
	Median	26,5	29,0

n=359 von 359; 100%

Tabelle 22: ISS-Werte der Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
Test auf signifikante Unterschiede der ISS-Verteilung				95% Konfidenzintervall der Differenz	
	Signifikanz nach Mann-Whitney-U	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Statistik	0,180	0,49	1,49	-2,44	3,41

n=359 von 359; 100%

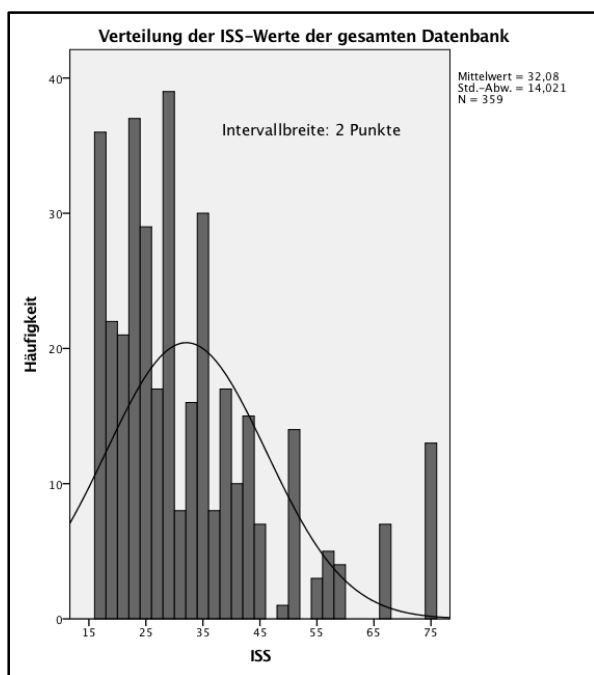


Abbildung 17: Histogramm zur Verteilung der ISS-Werte der gesamten Datenbank mit Normalverteilungskurve (links)

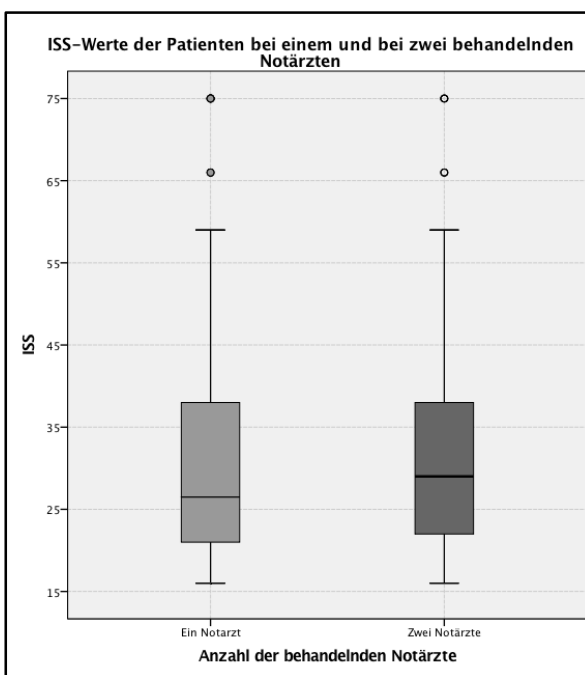


Abbildung 18: Boxplot zum Vergleich der ISS-Werte abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts)

Für jeden Patientenfall konnte ein ISS errechnet werden. Der Mittelwert des ISS, dessen Werte hier nach Anwendung der Einschlusskriterien zwischen 16 und 75 Punkte liegen, beträgt 32,1 Punkte. Der Median liegt bei 29 Punkten. Dies zeigt, wie auch aus dem Histogramm zu entnehmen ist, dass der Großteil der Patienten eher am unteren Rand der ISS-Werte zu finden ist. Die Verteilung der Werte ist inhomogen und nicht normalverteilt ( $p < 0,001$  nach Kolmogorov-Smirnov, Abbildung 17).

Anhand der vorliegenden Daten zeigt sich, dass der Mittelwert des ISS bei zwei Notärzten im Patientenkollektiv um +0,49 Punkte erhöht ist (31,81 bei einem, 32,20 Punkte bei zwei Notärzten). Diese Beobachtung ist mit  $p = 0,180$  nach dem Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant; das 95%-Konfidenzintervall der Differenz beträgt zwischen -2,44 und 3,41 Punkten. Auch der Median unterscheidet sich um nicht mehr als 2,5 Punkte (Tabelle 21 und 22, Abbildung 18).

In selber Weise betrachtet zeigt sich für den Mittelwert des New-ISS ein Unterschied von +0,39 Punkten für zwei Notärzte im Vergleich zu einem Notarzt ( $p = 0,567$  nach Mann-Whitney-U-Test). Das 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertunterschiedes beläuft sich auf -3,79 bis +3,02 Punkte. Der Median beträgt für beide Gruppen 34 Punkte.

### RISC-Score

Tabelle 23: RISC-Score abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte			
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte
Statistik (Überleben in %)	Mittelwert	74,16	74,54
	Standard -abweichung / -fehler	33,26 / 2,59	31,57 / 2,30
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	69,04 / 79,27	70,01 / 79,07
	Median	93,88	92,41
n=354 von 359; 98,6%			

Tabelle 24: RISC-Score-Score abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
Test auf signifikante Unterschiede des RISC-Scores				95% Konfidenzintervall der Differenz	
	Signifikanz nach Mann-Whitney-U	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Statistik	0,982	0,38	3,45	-6,40	7,17
n=354 von 359; 98,6%					

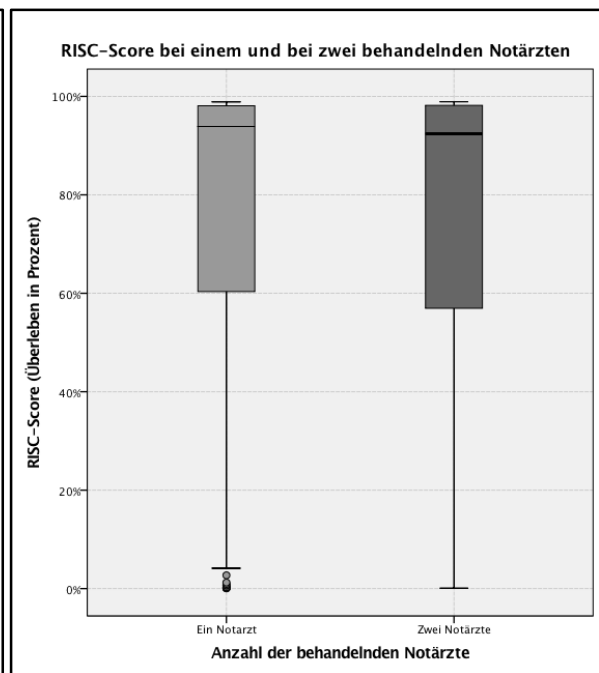
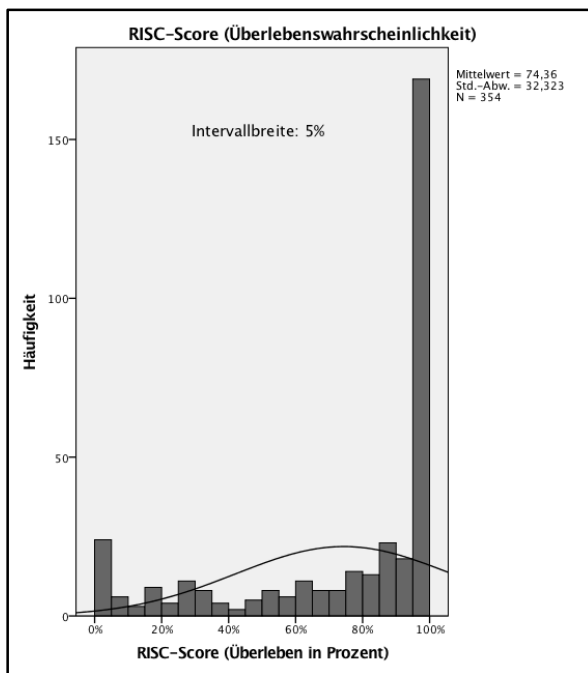


Abbildung 19: Histogramm der Verteilung der RISC-Werte in 5%-Schritten mit Normalverteilungskurve (links)

Abbildung 20: Boxplot zum Vergleich der RISC-Werte abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts)

Nach dem RISC-Score beträgt der Mittelwert der Überlebenschancen der gültigen Fälle 74,4%. Der Median beträgt 93,0%. Der hohe Median ist auch optisch aus dem oben stehenden Histogramm (Abbildung 19) zu vermuten und dem Boxplot (Abbildung 20) zu entnehmen. Eine Normalverteilung liegt nicht vor ( $p < 0,001$  nach Kolmogorov-Smirnov).

Wie beim ISS unterscheidet sich auch die Überlebenschance, berechnet nach RISC, nur minimal zwischen beiden Gruppen. Beobachtet wird ein Mittelwertunterschied von +0,4% für zwei Notärzte. Dieser Unterschied ist nicht signifikant ( $p = 0,982$  nach Mann-Whitney-U-Test). Der Median unterscheidet sich um unter 1%. Das 95%-Konfidenzintervall der Differenz der Mittelwerte (ein Notarzt zu zwei Notärzten) liegt zwischen -6,4% und 7,2%. (Tabelle 23 und 24, Abbildung 20)

### 3.4. Vergleich der medizinischen Versorgungsmaßnahmen

#### 3.4.1. Zervikalstütze

Tabelle 25: Anteil der Zervikalstützen-Anlage abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte				
Zervikalstütze am Patienten		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	151	186	337
	% innerhalb: Anzahl NA	93,2 %	97,9	95,7 %
Nein	Anzahl	11	4	15
	% innerhalb: Anzahl NA	6,8 %	2,1 %	4,3 %
Gesamt	Anzahl	162	190	352
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=352 von 359; 98,1% /  $p = 0,030$  (Chi-Quadrat-Test)

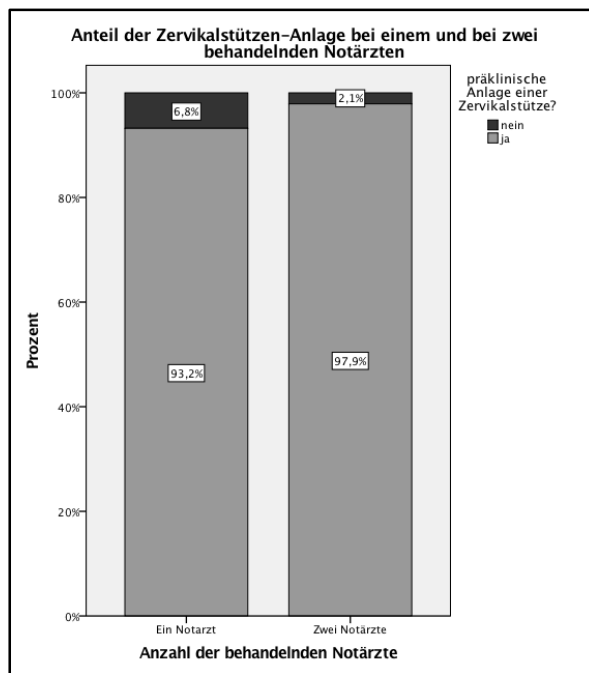


Abbildung 21: Anteil der Anlage einer Zervikalstütze abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Aus den vorliegenden Daten ist zu entnehmen, dass die Anlage einer Zervikalstütze (z.B. Stifneck®) insgesamt in über 95% der Fälle erfolgte. Unterlassen wurde die Anlage bei einem behandelnden Notarzt in 6,8% der Fälle, bei zwei Notärzten in 2,1% der Fälle – und damit um 4,7% seltener. Diese Beobachtung ist mit  $p=0,030$  nach dem Chi-Quadrat-Test innerhalb des gesetzten Signifikanzniveaus. (Tabelle 25, Abbildung 21)

In den 15 Fällen mit unterlassener Anlage einer Zervikalstütze zeigt sich kein vorherrschendes Patientenmerkmal. Nur ein Patient war unter 18 Jahre alt (0 Jahre), drei Patienten hatten ein penetrierendes Trauma. Bei zehn Patienten lag ein AIS des Kopfes größer zwei Punkte vor.

### Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt

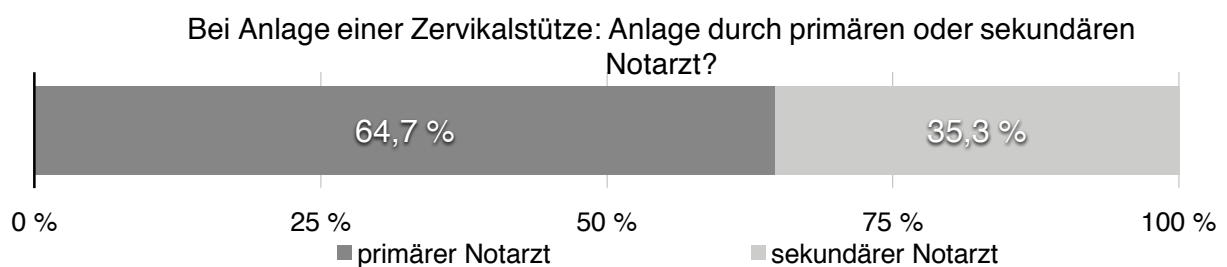


Abbildung 22: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Anlage einer Zervikalstütze?

Sofern zwei behandelnde Notärzte vor Ort waren und eine Zervikalstütze angelegt wurde, wurde die Mehrzahl aller Anlagen durch den primären Notarzt durchgeführt. (Abbildung 22). Diese Beobachtung ist nach dem Binomialtest mit  $p<0,001$  signifikant. Dennoch erfolgten noch immer 35,3% aller Anlagen durch den sekundären Notarzt.

### Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden

War nur ein behandelnder Notarzt vor Ort, waren hiervon 108 Notärzte bodengebunden und 54 Notärzte luftgebunden (bei 93,4% gültiger Fälle). Insgesamt zeigt sich kein deutlicher und insbesondere kein signifikanter Unterschied in der prozentualen Anlage einer Zervikalstütze zwischen dem boden- und dem luftgebundenen Notarzt ( $p=0,753$  nach dem Exakten Test nach Fischer, Anlagequote bodengebundener Notarzt: 92,6%, luftgebundener Notarzt: 94,4%).

### 3.4.2. Vakuummatratze

Bei diesem Unterpunkt muss einleitend angemerkt werden, dass in dieser Arbeit auch die Nutzung des im Untersuchungszeitraum selten genutzten Spineboards unter die Kategorie „Vakuummatratze“ gezählt wird.

Tabelle 26: Anteil der Nutzung einer Vakuummatratze abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte				
Vakuummatratze		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	132	190	322
	% innerhalb: Anzahl NA	85,2 %	100 %	93,3 %
Nein	Anzahl	23	0	23
	% innerhalb: Anzahl NA	14,8 %	0,0 %	6,7 %
Gesamt	Anzahl	155	190	345
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100,0 %

n=345 von 359; 96,1% /  $p<0,001$  (Chi-Quadrat-Test)

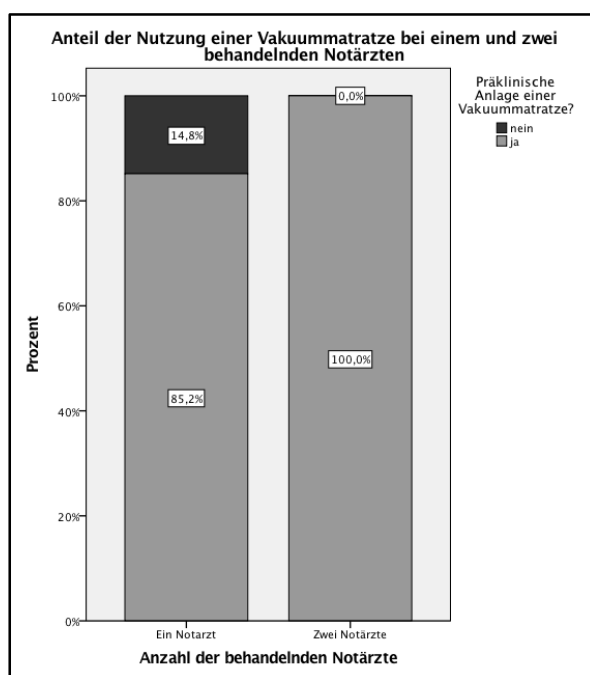


Abbildung 23: Anteil der Nutzung einer Vakuummatratze abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Bei der Lagerung auf der Vakuummatratze zeigt sich ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$  nach Chi-Quadrat) zwischen einem und zwei Notärzten. Wo bei zwei Notärzten in 100% der Fälle eine Vakuummatratze eingesetzt wurde, fehlte sie bei einem behandelnden Notarzt in 14,8% aller Fälle. (Tabelle 26, Abbildung 23)

### **Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt**

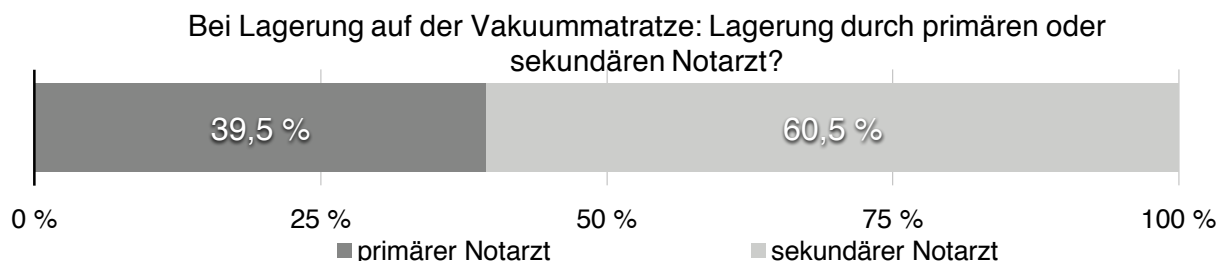


Abbildung 24: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Nutzung der Vakuummatratze?

Bei zwei behandelnden Notärzten und der Verwendung der Vakuummatratze war es mit 60,5% vor allem der Sekundäre, der den Patienten auf dieser lagerte. In 39,5% der Fälle war der Patient schon durch den primären Notarzt auf einer Vakuummatratze gelagert (Abbildung 24). Diese Beobachtung ist nach dem Binominal-Test mit  $p = 0,007$  signifikant.

### **Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden**

Im Vergleich von boden- und luftgebundenem allein behandelndem Notarzt ( $n = 102$  für Boden,  $n = 53$  für Luft) zeigt sich, dass der bodengebundene Notarzt die Vakuummatratze bei 77,5% seiner Patienten genutzt hat. Der Luftgebundene nutzte sie zu 100% - dies entspricht einer Differenz von 22,5%. Nach dem Chi-Quadrat-Test zeigt sich hier eine Signifikanz von  $p < 0,001$ .

### **3.4.3. Gefäßzugang**

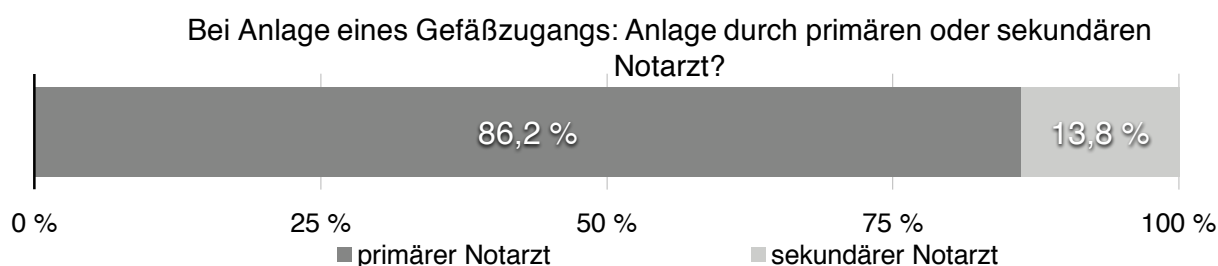


Abbildung 25: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte der Gefäßzugang?

Jeder im Schockraum behandelte Patient erhielt präklinisch einen venösen Gefäßzugang (gültige Angaben:  $n = 355$  von 359; 98,9%). Bei zwei behandelnden Notärzten geschah die Anlage eines Gefäßzugangs in 86,2% der Fälle durch den primären Notarzt. Die restlichen 13,8% der geschaffenen Gefäßzugänge erfolgten durch den sekundären Notarzt (Abbildung 25, Binominal-Test:  $p < 0,001$ ).

### 3.4.4. Analgesie

Tabelle 27: Anteil der analgetisch versorgten Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte				
Analgesie		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	146	187	333
	% innerhalb: Anzahl NA	88,0 %	98,4 %	93,5 %
Nein	Anzahl	20	3	23
	% innerhalb: Anzahl NA	12,0 %	1,6 %	6,5 %
Gesamt	Anzahl	166	190	356
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=356 von 359; 99,2% / p<0,001 (Chi-Quadrat-Test)

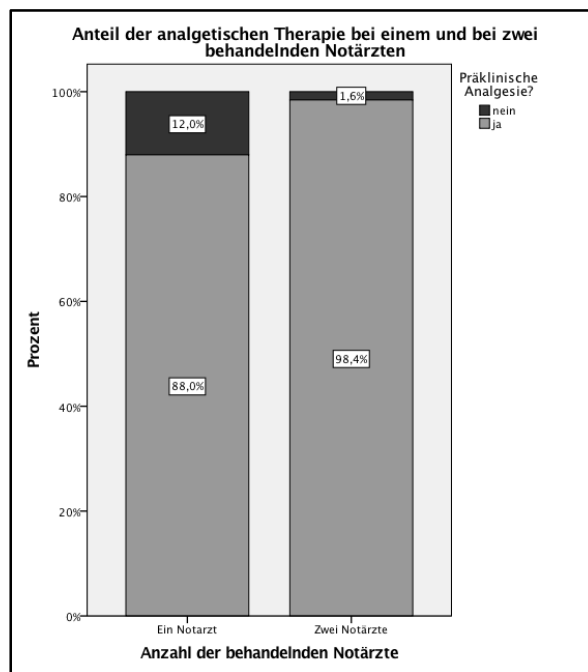


Abbildung 26: Anteil der analgetischen Therapie abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Insgesamt wurde in 93,5% aller Fälle eine Analgesie dokumentiert. Bei der Betrachtung der durchgeführten Analgesie getrennt nach einem und zwei behandelnden Notärzten fällt auf, dass bei einem behandelnden Notarzt in 12,0% keine Analgesie durchgeführt worden ist. Bei zwei Notärzten waren dies nur 1,6%. Dieser Unterschied ist mit  $p < 0,001$  nach Chi-Quadrat signifikant (Tabelle 27, Abbildung 26).

## Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt

Bei Analgesie: Begonnen durch primären oder sekundären Notarzt?

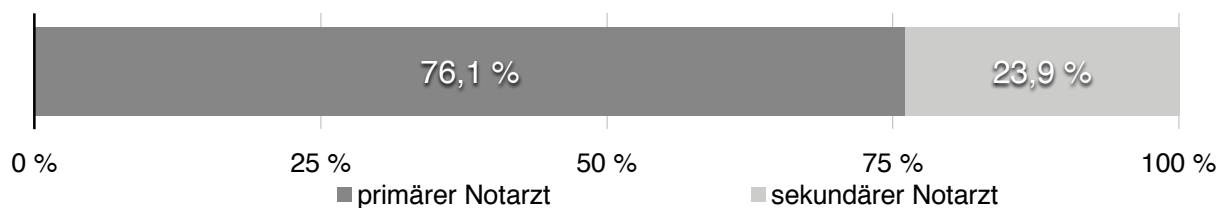


Abbildung 27: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Analgesie?

Sofern zwei behandelnde Notärzte vor Ort waren und eine Analgesie durchgeführt wurde, wurde sie in 76,1% der Fälle durch den primären Notarzt begonnen. 23,9% der Patienten erhielten erst durch den sekundären Notarzt eine Analgesie (Abbildung 27). Diese Beobachtung ist nach dem Binominal-Test mit  $p < 0,001$  signifikant.

## Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden

Bei nur einem versorgenden Notarzt wurde die präklinische Analgesie ungefähr gleich häufig (um 88%) vom boden- wie auch luftgebundenen Notarzt durchgeführt. Eine Signifikanz besteht hier mit  $p = 0,797$  nach dem Chi-Quadrat-Test nicht. Insgesamt wurden für diesen Test 166 Patienten (112 Boden, 54 Luft) betrachtet.

### 3.4.5. Intubation

Präklinische Intubation		Anzahl behandelnder Notärzte gesamt		Anzahl behandelnder Notärzte bei GCS $\leq 8$	
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	Ein Notarzt	Zwei Notärzte
Ja	Anzahl	100	144	55	83
	% innerhalb: Anzahl NA	60,2 %	74,6 %	90,2 %	98,8 %
Nein	Anzahl	66	49	6	1
	% innerhalb: Anzahl NA	39,8 %	25,4 %	9,8 %	1,2 %
Gesamt	Anzahl	166	193	61	84
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %	100 %
		n=359 von 359; 100% / p=0,004 (Chi-Quadrat-Test)		n=145 von 145; 100% / p=0,042 (Exakter Test nach Fischer)	

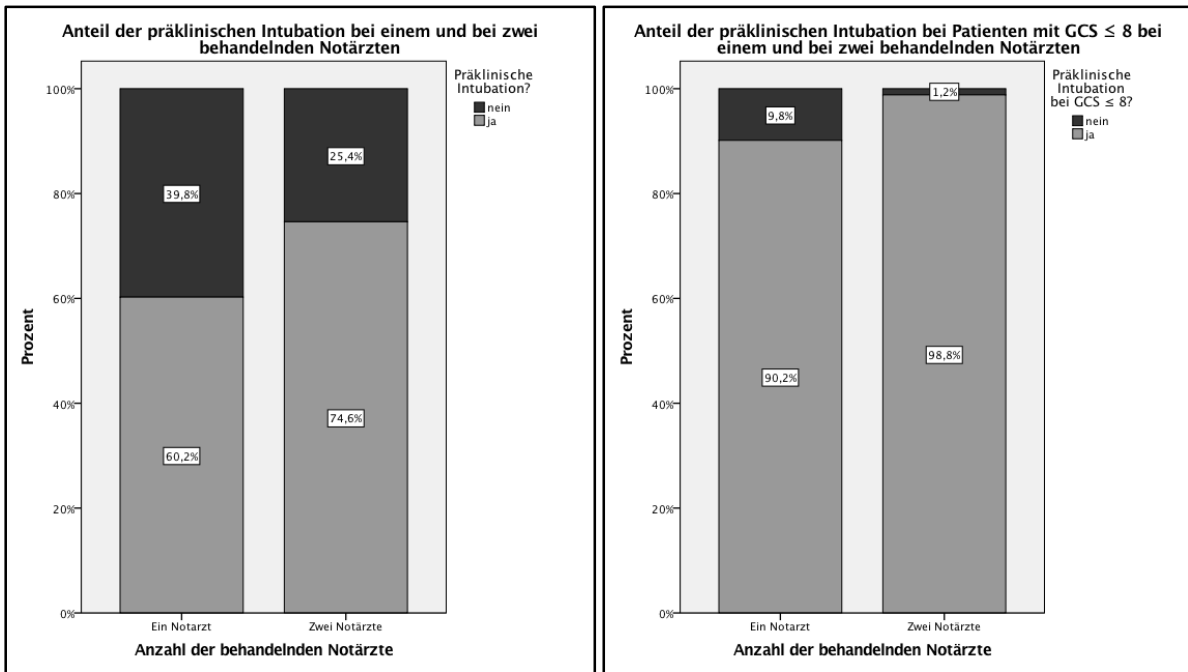


Abbildung 28: Anteil präklinischer Intubationen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, gesamt (links)

Abbildung 29: Anteil präklinischer Intubationen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, bei GCS ≤ 8 (rechts)

68,0% aller Patienten waren bei Einlieferung im Schockraum intubiert. Die Intubationsrate bei zwei Notärzten liegt um 14,4% signifikant ( $p=0,004$  nach Chi-Quadrat) über der Intubationsrate von nur einem Notarzt (74,6% zu 60,2%, Tabelle 28, Abbildung 28).

Bei einem vorliegenden GCS ≤ 8 lag die Intubationsrate insgesamt bei 95,2%. Auch hier liegt die Rate an Intubationen bei zwei Notärzten signifikant über der von einem Notarzt (90,2% zu 98,8%,  $p=0,042$  nach dem Exakten Test nach Fischer, Abbildung 29).

### **Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt**

Bei Intubation: Intubation durch primären oder sekundären Notarzt?

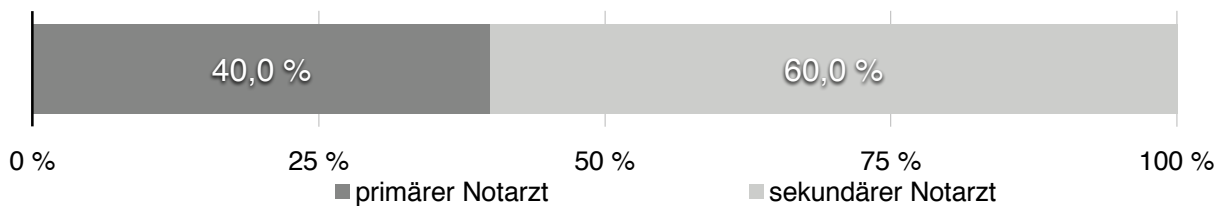


Abbildung 30: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Intubation?

Sofern bei zwei behandelnden Notärzten intubiert wurde, geschah dies in 60,0% der Fälle durch den sekundären Notarzt. In 40,0% der Fälle war der Patient bereits durch den primären Notarzt intubiert (Abbildung 30). Diese Beobachtung ist nach dem Binominal-Test mit  $p=0,025$  signifikant.

### **Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden**

Bei nur einem behandelnden Notarzt lag die Intubationsrate des luftgebundenen Notarztes bei 66,7% und die des bodengebundenen Notarztes bei 57,1%. Diese Beobachtung ist nach dem Chi-Quadrat-Test mit  $p=0,240$  nicht signifikant. Es wurden insgesamt 166 Patienten betrachtet.

### 3.4.6. Thoraxdrainage

Thoraxdrainage		Anzahl behandelnder Notärzte gesamt		Anzahl behandelnder Notärzte bei AIS Thorax $\geq 3$	
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	Ein Notarzt	Zwei Notärzte
Ja	Anzahl	14	43	14	39
	% innerhalb: Anzahl NA	8,5 %	22,4 %	16,1 %	32,0 %
Nein	Anzahl	150	149	73	83
	% innerhalb: Anzahl NA	91,5 %	77,6 %	83,9 %	86,0 %
Gesamt	Anzahl	164	192	87	122
	% innerhalb: Anzahl NA	100,0 %	100,0 %	100 %	100 %
		n=356 von 359; 99,2% / p<0,001 (Chi-Quadrat-Test)		n=209 von 112; 98,6% / p=0,009 (Chi-Quadrat-Test)	

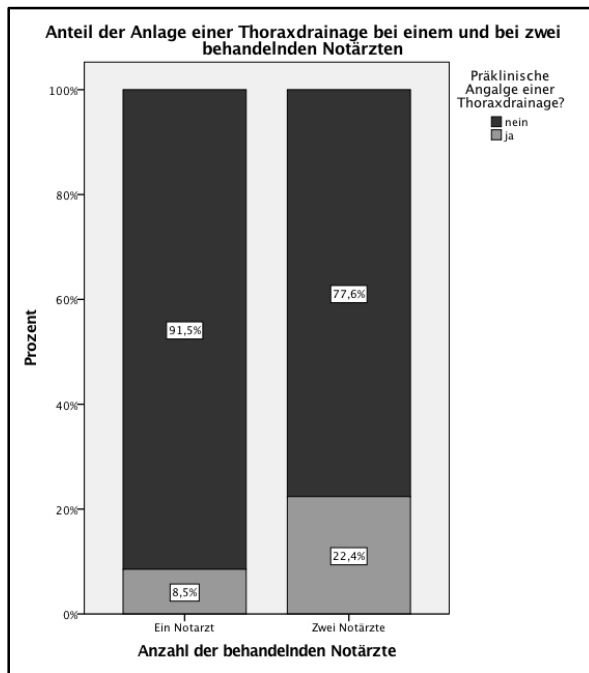


Abbildung 31: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, gesamt (links)

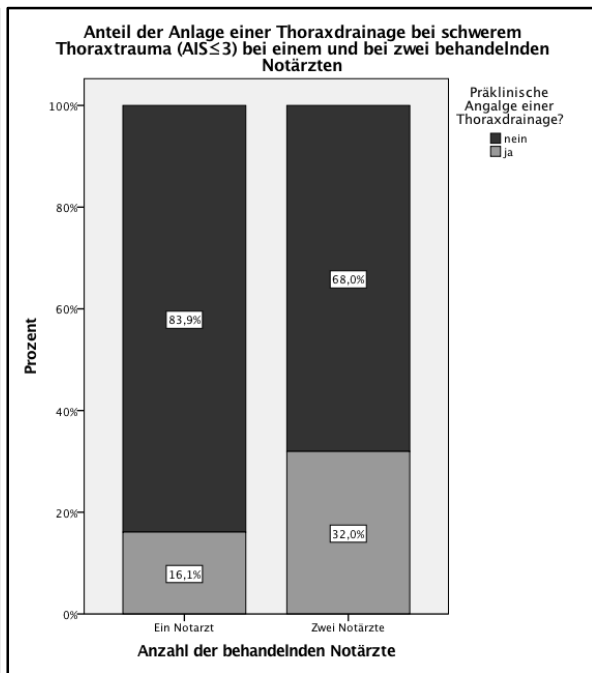


Abbildung 32: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, bei schwerem Thoraxtrauma (rechts)

Die präklinische Anlage einer Thoraxdrainage erfolgte in 16,0% aller Fälle. Mit  $p < 0,001$  nach dem Chi-Quadrat-Test wurde sie signifikant häufiger durchgeführt, wenn zwei Notärzte vor Ort waren (22,4% bei zwei Notärzten und 8,5% der Fälle bei einem Notarzt. Tabelle 29, Abbildung 31).

Bei einem schwerem Thoraxtrauma erfolgte die Anlage insgesamt in 25,4%. Auch hier wurde sie signifikant häufiger bei zwei Notärzten angelegt (16,1% zu 32,0%,  $p = 0,009$  nach Chi-Quadrat, Tabelle 29, Abbildung 32).

## Innerklinische Anlage einer Thoraxdrainage

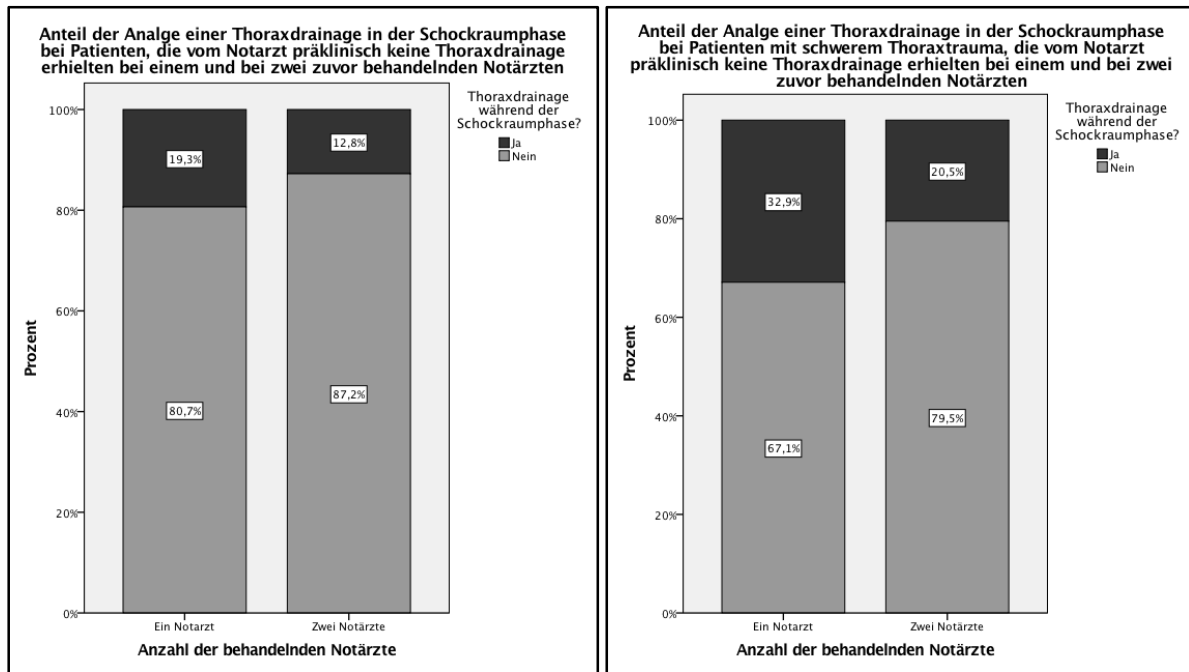


Abbildung 33: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage in der Schockraumphase bei Patienten, die vom Notarzt präklinisch keine Thoraxdrainage erhielten (links)

Abbildung 34: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage in der Schockraumphase bei Patienten mit schwerem Thoraxtrauma, die vom Notarzt präklinisch keine Thoraxdrainage erhielten (rechts)

Der Anteil der Patienten, die präklinisch ohne Thoraxdrainage versorgt wurden, aber noch während der Schockraumversorgung eine Drainage erhielten, liegt bei 16,3% (n=48 von 295 Patienten). Bei einem behandelnden Notarzt wurde in 19,7% und bei zwei behandelnden Notärzten in 12,8% noch eine Thoraxdrainage angelegt (Abbildung 33). Die sich ergebende Differenz von 6,9% ist nach dem Chi-Quadrat-Test mit  $p=0,109$  nicht signifikant.

Bei Patienten mit schwerem Thoraxtrauma ( $AIS \geq 3$ ) wurde in 26,3% eine Thoraxdrainage während der Schockraum-Phase angelegt (n=41 von 156). Bei einem Notarzt beträgt die Quote 32,9%, bei zwei Notärzten 20,5% (Abbildung 34). Auch diese Beobachtung ist nach dem Chi-Quadrat-Test nicht signifikant ( $p=0,079$ ).

### Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt

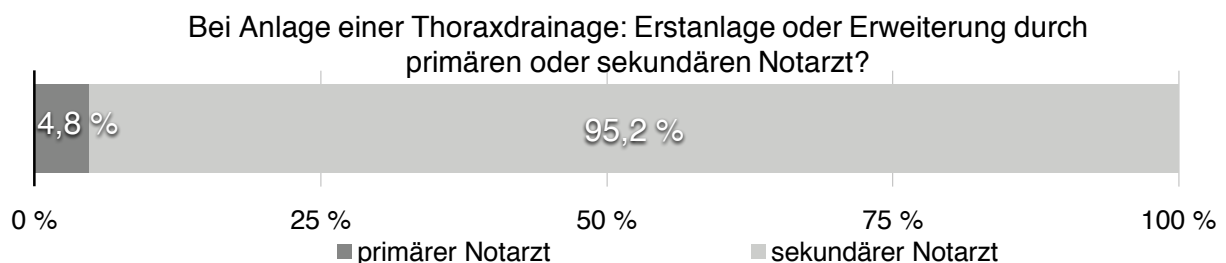


Abbildung 35: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Anlage der Thoraxdrainage?

Bei zwei behandelnden Notärzten wurde in 95,2% der Fälle eine Thoraxdrainage durch den sekundären Notarzt anlegt (Abbildung 35); in 90,5% als komplette Erstanlage, die restlichen 4,7% als zusätzliche Thoraxdrainage auf der kontralateralen Seite. In weiteren 4,8% wurde die Thoraxdrainage durch den primären Notarzt eingebracht und nicht mehr durch den sekundären Notarzt erweitert. Diese Beobachtung ist mit  $p < 0,001$  nach dem Binominal-Test signifikant.

### Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden

Bei einem allein versorgenden Notarzt betrug der Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage beim bodengebundenen 5,4% und beim luftgebundenen Notarzt 15,1%. Dies ist mit  $p = 0,038$  nach dem Chi-Quadrat-Test signifikant. Die Beobachtungseinheit umfasste 164 Patienten.

### 3.4.1. Frakturreposition

Tabelle 30: Anteil der reponierten Frakturen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte				
Reposition einer Fraktur		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	22	45	67
	% innerhalb: Anzahl NA	35,5 %	53,6 %	45,9 %
Nein	Anzahl	40	39	79
	% innerhalb: Anzahl NA	64,5 %	46,4 %	54,1 %
Gesamt	Anzahl	62	84	146
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=146 von 164; 89,0% /  $p = 0,030$  (Chi-Quadrat-Test)

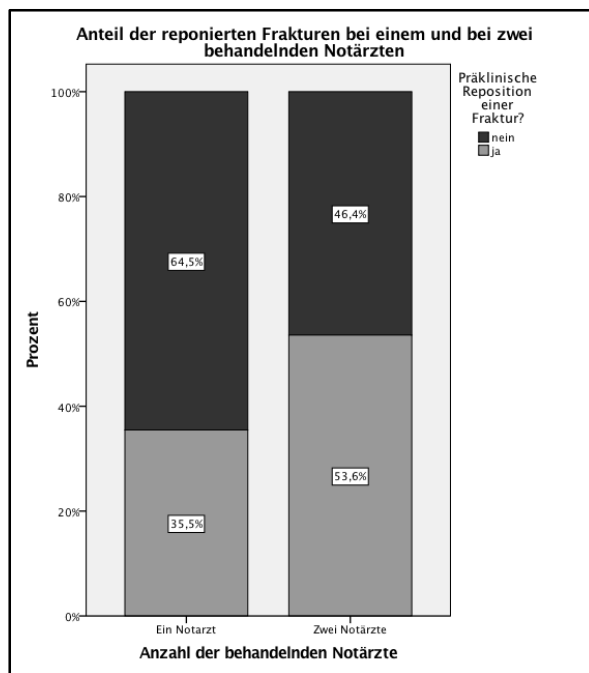


Abbildung 36: Anteil der reponierten Frakturen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Insgesamt lag bei 46,2% aller Fälle eine präklinisch diagnostizierte Extremitätenfraktur vor. Hiervon wurde in 45,9% der Fälle eine vorhandene Fraktur reponiert. Sofern reponiert wurde, geschah dies zu 35,5% im Patientengut von einem behandelnden Notarzt und zu 53,6% im Patientengut von zwei behandelnden Notärzten. Dieser Unterschied ist mit  $p=0,030$  nach Chi-Quadrat signifikant (Tabelle 30, Abbildung 36).

### Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt

Bei Frakturreposition: Reposition durch primären oder sekundären Notarzt?

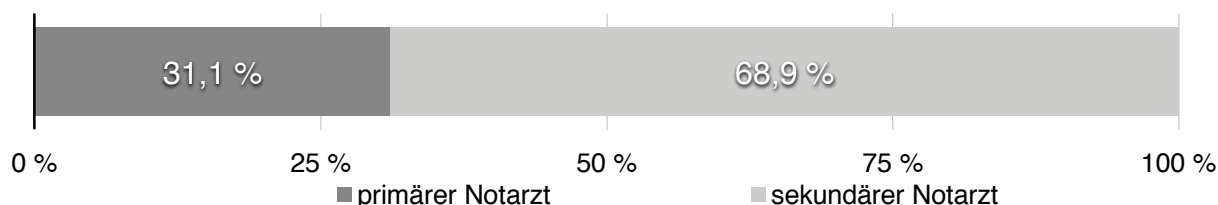


Abbildung 37: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Reposition der Fraktur?

Sofern zwei Notärzte vor Ort waren und reponiert wurde, geschah die Reposition in 68,9% der Fälle durch den nachgeforderten Notarzt. Der primäre Notarzt hatte in 31,1% der Fälle reponiert (Abbildung 37). Diese Beobachtung ist nach dem Binominal-Test mit  $p=0,016$  signifikant.

### Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden

Bei einem allein behandelnden Notarzt sind für 62 Patienten (46 bodengebunden, 16 luftgebunden) gültige Fälle mit einer präklinischen Fraktur vorhanden. Hier erfolgte die Reposition durch den bodengebundenen Notarzt in 37,0% und durch den luftgebundenen Notarzt in 31,2% der Fälle. Es zeigt sich für diese Beobachtung eine Signifikanz von  $p=0,681$  nach dem Chi-Quadrat-Test.

## 3.5. Vergleich der medizinischen Überwachungsmaßnahmen

### 3.5.1. RR-Messung

RR-Messung		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	147	181	328
	% innerhalb: Anzahl NA	98,7 %	100 %	99,4 %
Nein	Anzahl	2	0	2
	% innerhalb: Anzahl NA	1,3 %	0 %	0,6 %
Gesamt	Anzahl	149	181	330
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=330 von 359; 91,9% /  $p=0,203$  (Exakter Test nach Fischer)

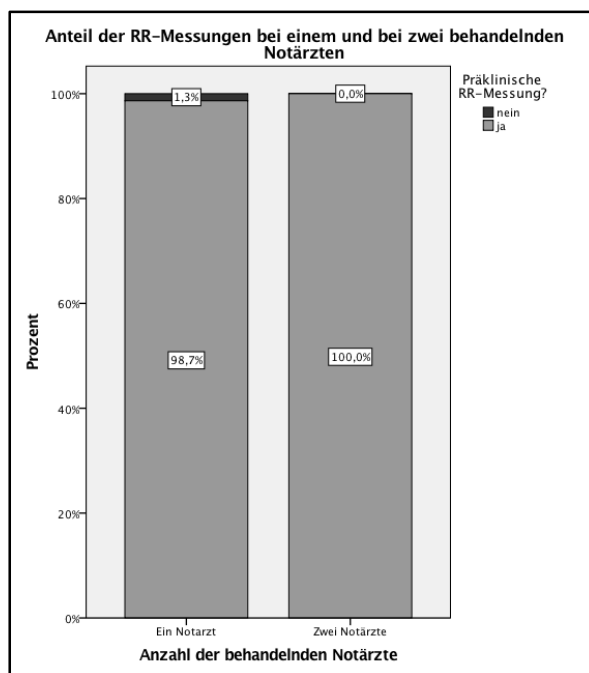


Abbildung 38: Anteil der dokumentierten RR-Messung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Eine präklinische Blutdruckmessung wurde bei zwei Notärzten in 100% der Fälle durchgeführt. Bei einem Notarzt erfolgte diese Messung in 98,7% der Fälle. Der beobachtete Unterschied ist nach dem Exakten Test nach Fischer mit  $p=0,203$  nicht signifikant (Tabelle 31, Abbildung 38).

### **Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt**

Bei RR-Messung: Erste dokumentierte Messung durch primären oder sekundären Notarzt?

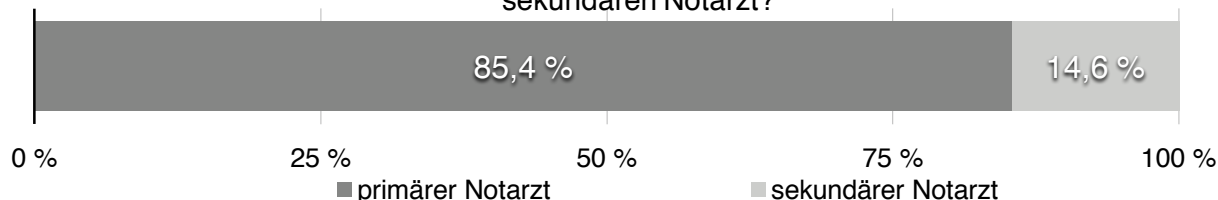


Abbildung 39: Zwei Notärzte - Durch den erfolgte die RR-Messung?

Sofern in die Notfallversorgung zwei Notärzte involviert waren, erfolgte die erste Messung in 85,4% der Fälle bereits durch den primären Notarzt. 14,6% der Messungen erfolgten erst durch den sekundären Notarzt (Abbildung 39). Nach dem Binominal-Test ist diese Beobachtung mit  $p<0,001$  signifikant.

### **Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden**

Beim Vergleich der beiden allein behandelnden Notärzte ( $n=149$ ) besteht kaum ein Unterschied beim Anteil der dokumentierten RR-Messungen. Der bodengebundene Notarzt führte die Messung bei 97,9% seiner Patienten und der luftgebundene Notarzt bei 100% seiner Patienten durch. Nach dem exakten Test nach Fischer ergibt sich eine Signifikanz von  $p=0,539$ .

### 3.5.2. SpO2-Messung

Eine Messung des SpO2 erfolgte bei jedem Patienten - unabhängig davon, ob ein oder zwei behandelnde Notärzte vor Ort waren. Einschränkend muss beachtet werden, dass bei 28 Patienten keine Angaben über eine SpO2-Messung vorhanden sind (n=331 von 359; 92,2%).

#### Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt

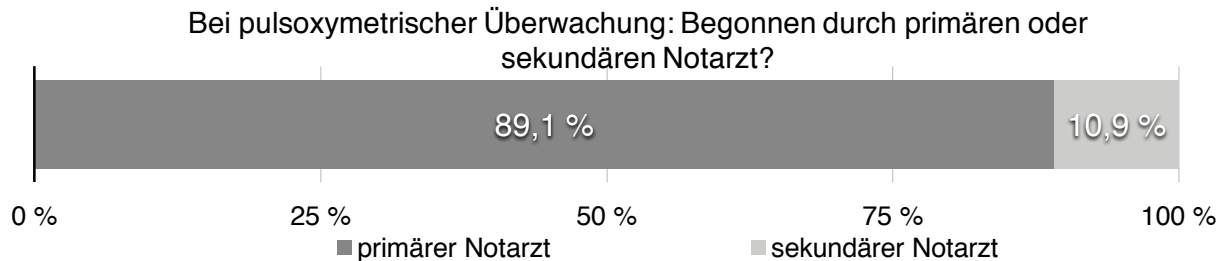


Abbildung 40: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die SpO2-Messung?

Sofern zwei Notärzte vor Ort waren, wurde die SpO2-Messung beim Patienten in 10,9% der Fälle durch den sekundären Notarzt initiiert. In 89,1% der Fälle war eine solche Überwachung bereits vorhanden (Abbildung 40). Nach dem Binominal-Test zeigt sich hierfür eine Signifikanz von  $p < 0,001$ .

### 3.5.3. EKG-Überwachung

Tabelle 32: Anteil der dokumentierten EKG-Überwachung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte				
EKG - Überwachung		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	142	181	323
	% innerhalb: Anzahl NA	97,3 %	98,9 %	98,2 %
Nein	Anzahl	4	2	6
	% innerhalb: Anzahl NA	2,7 %	1,1 %	1,8 %
Gesamt	Anzahl	146	183	329
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=329 von 359; 91,8% /  $p=0,412$  (Exakter Test nach Fischer)

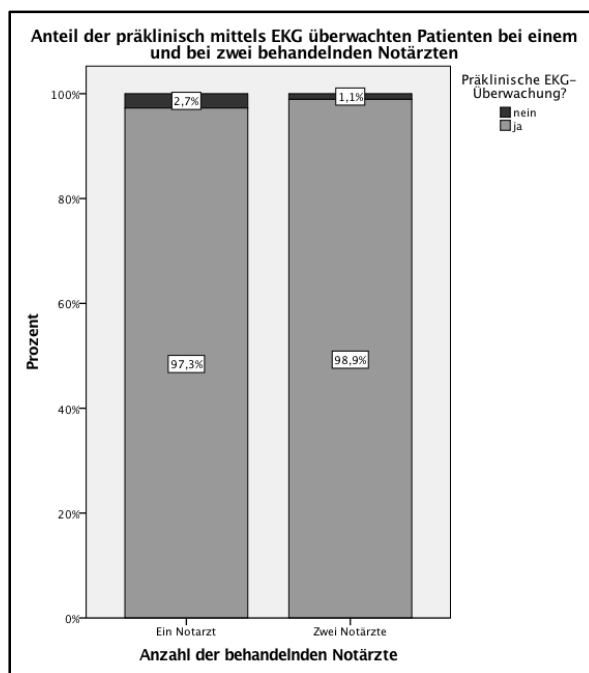


Abbildung 41: Anteil der EKG-Überwachung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Eine Überwachung der Herzfrequenz mittels EKG wurde von beiden Gruppen in über 97% der Fälle durchgeführt. Bei zwei behandelnden Notärzten wurde diese Form der Überwachung marginal häufiger durchgeführt. Für diese Beobachtung besteht keine Signifikanz ( $p=0,412$  nach dem exakten Test nach Fischer, Tabelle 32, Abbildung 41).

### **Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt**

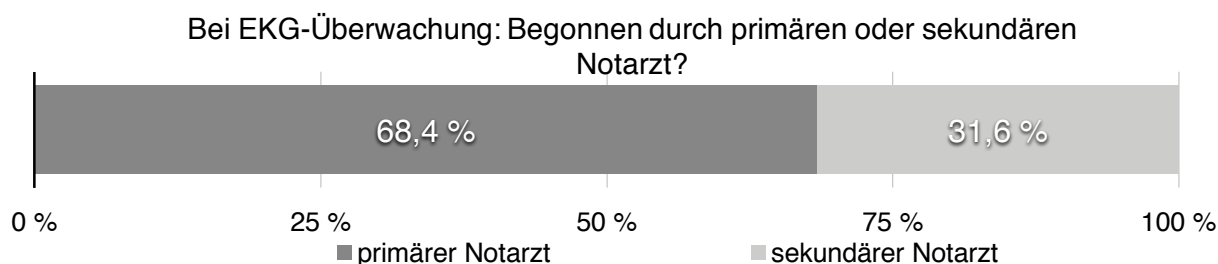


Abbildung 42: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die EKG-Überwachung?

Bei zwei präklinisch behandelnden Notärzten erfolgte die Initiierung einer EKG-Überwachung in 68,4% der Fälle durch den primären Notarzt. Der sekundäre Notarzt initiierte diese Überwachung in 31,6% der Fälle (Abbildung 42). Nach dem Binominal-Test zeigt sich eine Signifikanz von  $p<0,001$ .

### **Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden**

Im Vergleich der Transportmittel bei nur einem behandelnden Notarzt zeigen sich keine signifikanten Unterschiede (Exakter Test nach Fischer  $p=1,000$ ). Hier wurde das EKG in 96,8% vom bodengebundenen Notarzt und in 98,0% vom luftgebundenen Notarzt genutzt.

### 3.5.4. Kapnometrie

**Tabelle 33: Anteil der kapnometrischen Überwachung beatmeter Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte**

etCO <sub>2</sub> -Messung		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	66	132	198
	% innerhalb: Anzahl NA	75,9 %	100,0 %	90,4 %
Nein	Anzahl	21	0	21
	% innerhalb: Anzahl NA	24,1 %	0,0 %	9,6 %
Gesamt	Anzahl	87	132	219
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=219 von 244; 89,8% / p<0,001 (Chi-Quadrat-Test)

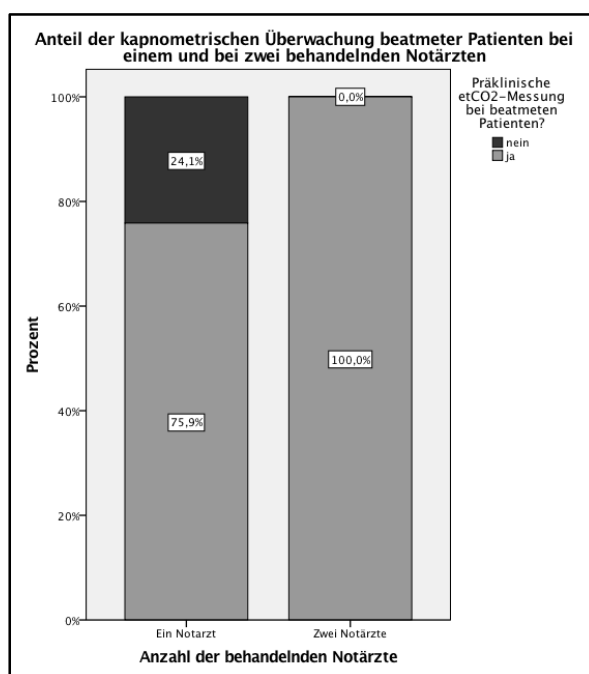


Abbildung 43: Anteil der kapnometrischen Überwachung beatmeter Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Intubierte Patienten wurden bei zwei behandelnden Notärzten in 100% aller Fälle mit einer kapnometrischen oder kapnographischen Überwachung eingeliefert. War nur ein behandelnder Notarzt vor Ort und der Patient wurde intubiert, ist in 24,1% auf diese Form der Überwachung verzichtet worden. Dieser Unterschied ist mit p<0,001 nach dem Chi-Quadrat-Test signifikant (Tabelle 33, Abbildung 43).

#### Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt

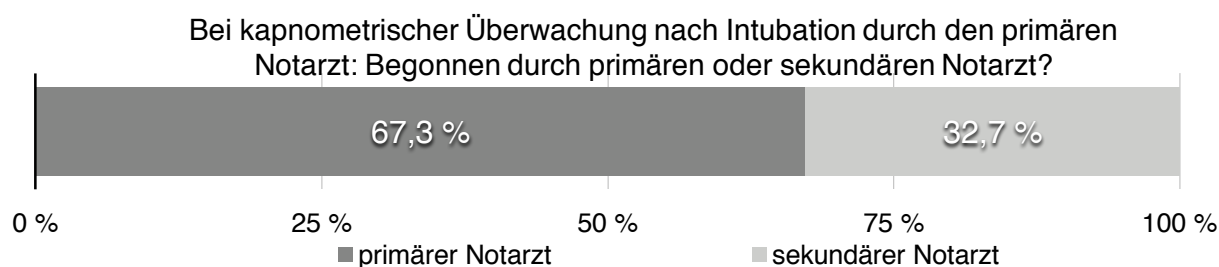


Abbildung 44: Zwei Notärzte; Intubation durch den primären Notarzt - Durch wen erfolgte die Kapnometrie?

Betrachtet man die Fälle, bei denen zwei Notärzte vor Ort waren und der Patient durch den primären Notarzt intubiert wurde, fällt auf, dass auch hier eine relativ große Anzahl an Patienten (32,7%) durch den primären Notarzt ohne Kapnometrie versorgt wurde. In 67,3% erfolgte die Kapnometrie durch den intubierenden, primären Notarzt (Abbildung 44). Diese Beobachtung ist mit  $p=0,105$  nach dem Binominal-Test nicht signifikant. Zur beachten ist, dass diese Berechnung auf Grundlage von 55 gültigen Patientenfällen durchgeführt wurde.

### Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden

Bei einem versorgenden Notarzt erfolgte das kapnometrische Monitoring durch den bodengebundenen Notarzt bei 64,3% seiner Patienten, durch den luftgebundenen Notarzt bei 96,8% seiner Patienten. Nach dem Chi-Quadrat-Test ergibt sich hieraus eine Signifikanz von  $p=0,001$ . Es wurden  $n=87$  Fälle für diese Berechnung verwandt.

### 3.5.5. Blutzucker-Messung

**Tabelle 34: Anteil der BZ-Bestimmung bei GCS  $\leq 12$  abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte**

BZ-Messung		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	32	36	68
	% innerhalb: Anzahl NA	43,8 %	50,7 %	47,2 %
Nein	Anzahl	41	35	76
	% innerhalb: Anzahl NA	56,2 %	49,3 %	52,8 %
Gesamt	Anzahl	73 %	71 %	144
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

$n=144$  von 197; 73,1% /  $p=0,409$  (Chi-Quadrat-Test)

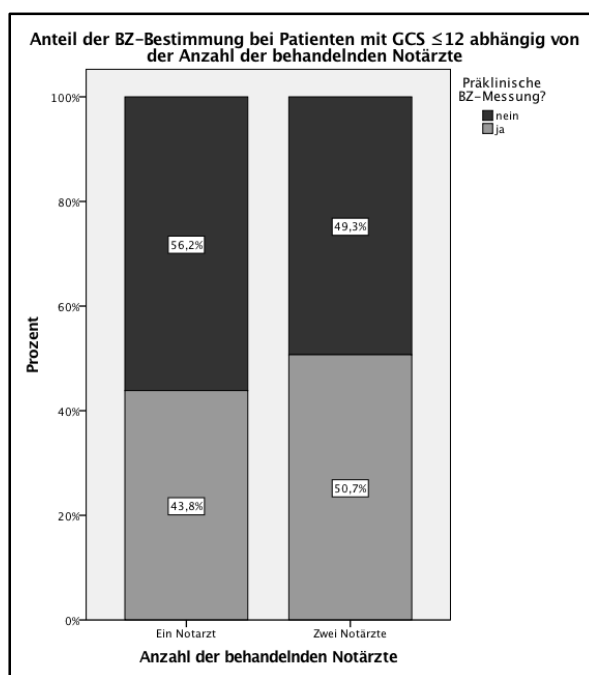


Abbildung 45: Anteil der BZ-Bestimmung bei GCS  $\leq 12$  abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Die präklinische Bestimmung des Blutzuckers bei Patienten mit einem GCS  $\leq 12$  Punkte wurde in 47,2% aller gültigen Fälle (nur 73,1% der Angaben sind vorhanden) durchgeführt. Bei zwei behandelnden Notärzten erfolgte diese Untersuchung 6,9% häufiger. Dieser beobachtete Unterschied ist mit  $p=0,409$  nach dem Chi-Quadrat-Test nicht signifikant (Tabelle 34, Abbildung 45).

### **Zwei Notärzte: primärer und sekundärer Notarzt**

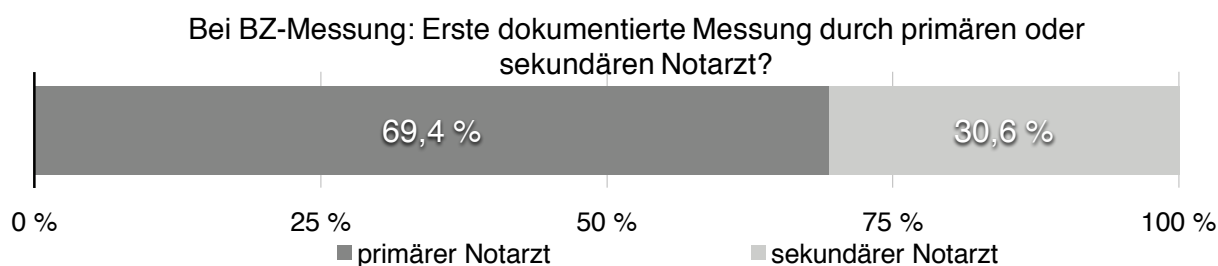


Abbildung 46: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die BZ-Bestimmung?

Waren zwei behandelnde Notärzte vor Ort und der Patient hatte einen GCS  $\leq 12$ , wurden 30,6% der durchgeführten BZ-Messungen durch den sekundären Notarzt durchgeführt, 69,4% der Messungen durch den primären Notarzt (Abbildung 46). Dieses Ergebnis ist nach dem Binominal-Test mit  $p= 0,029$  signifikant.

### **Ein Notarzt: Bodengebunden und Luftgebunden**

Bei der Messung des Blutzuckers zeigt sich zwischen beiden Gruppen (Boden  $n=47$ /Luft  $n=26$ ) der allein behandelnden Notärzte ein Unterschied von 15,5%. Der bodengebundene Notarzt führte die Messung bei 38,3% und der luftgebundene Notarzt bei 53,8% seiner Patienten durch. Nach dem Chi-Quadrat-Test ergibt sich hieraus eine Signifikanz von  $p=0,200$ .

## **3.6.Auswirkungen eines zweiten Notarztes auf die präklinische Zeit**

### **3.6.1.Tabellarischer und graphischer Überblick**

Tabelle 35: Auswirkungen eines zweiten behandelnden Notarztes auf präklinische Zeiten			
		Statistik (Zeit in Minuten)	
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte
gesamte präklinische Zeit $n=327$ von 359; 91,1%	Mittelwert	73,52	92,14
	Standard -abweichung / -fehler	26,73 / 2,18	26,04 / 1,96
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	69,22 / 77,82	88,27 / 96,02
	Median	68	90
Versorgungszeit $n=299$ von 359; 83,3%	Mittelwert (Standardfehler)	33,54	48,85
	Standard -abweichung / -fehler	15,62 / 1,31	24,07 / 1,92
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	30,94 / 36,13	45,06 / 52,65
	Median	30	45

Tabelle 36: Unterschied präklinischer Zeiten bei ein und zwei Notärzten					
Signifikanz der in Tabelle 35 beobachteten Unterschiede				95% Konfidenzintervall der Differenz	
	Signifikanz nach Mann-Whitney-U	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
<b>Ergebnisse: gesamte präklinische Zeit</b>	<0,001	18,62	2,92	12,87	24,37
<b>Ergebnisse: Versorgungszeit</b>	<0,001	15,32	2,33	10,74	19,90

Gesamte präklinische Zeit: n=327 von 359; 91,1%, Versorgungszeit: n=299 von 359; 83,3%

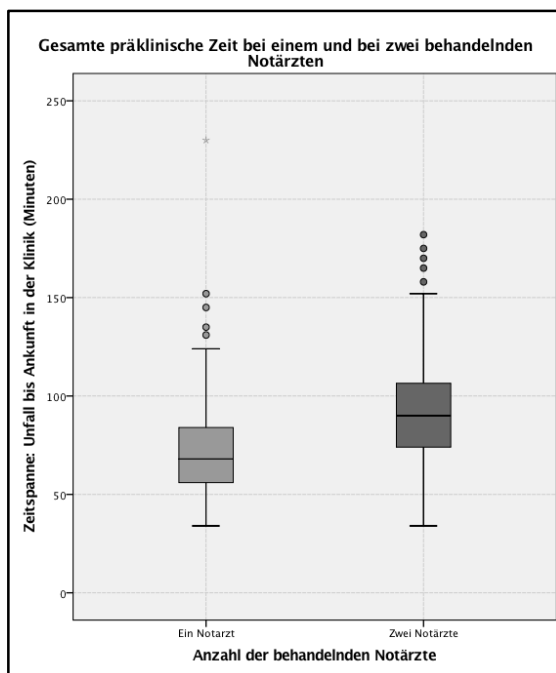


Abbildung 47: Boxplot-Diagramm zum Vergleich der präklinischen Gesamtzeit abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (links oben)

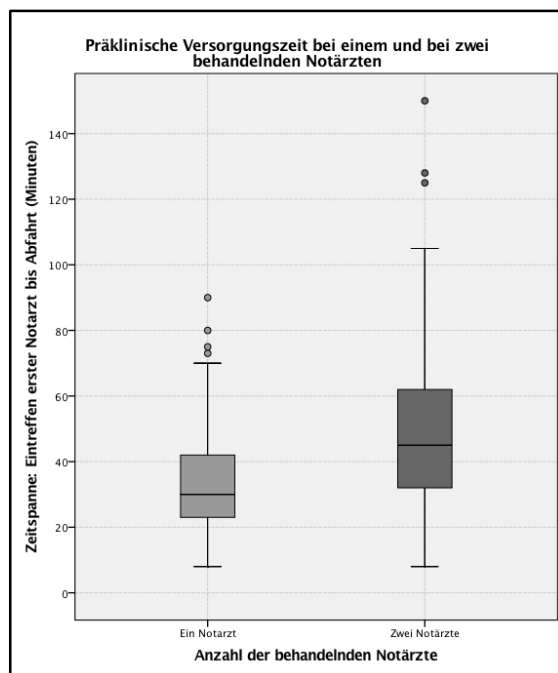


Abbildung 48: Boxplot-Diagramm zum Vergleich der Versorgungszeit abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts oben)

### 3.6.2. Gesamte präklinische Zeit

Als gesamte präklinische Zeit wird hier die Zeit von Unfall bis Klinikaufnahme im Schockraum definiert. Im Mittel beträgt sie bei einem behandelnden Notarzt 73,5 Minuten und bei zwei Notärzten 92,1 Minuten. Dies ist ein Mittelwertunterschied von 18,6 Minuten. Diese Beobachtung ist mit  $p < 0,001$  nach dem Mann-Whitney-U-Test signifikant. Das 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertunterschiedes beträgt zwischen 12,9 und 24,4 Minuten (Tabelle 35 und 36).

Der Median unterscheidet sich um 22 Minuten, bei einem behandelnden Notarzt beträgt er 68, bei zwei Notärzten 90 Minuten (Abbildung 47).

Der maximale Ausreißer (extremer Ausreißer) bei einem Notarzt beträgt 230 Minuten. Hier handelt es sich um einen Suizidversuch. Die Zeit zwischen (vermutetem) „Unfall“ und Eintreffen des Notarztes betrug 148 Minuten. Zwischen Eintreffen des Notarztes und Ankunft in der Klinik vergingen 82 Minuten. Es handelt sich hier also um einen Fall von langer Zeit zwischen Unfall und Eintreffen des Rettungsmittels; möglicherweise auch beabsichtigt durch den Suizidenten. Bei anderen Fällen (auch bei Ausreißern) gibt es diese langen Zeiten so nicht (Abbildung 47).

### **3.6.3. Versorgungszeit**

Die Versorgungszeit wird definiert als die Zeitspanne zwischen Ankunft des primären Notarztes bis zur Abfahrt von der Unfallstelle. Auch hier zeigt sich eine Verlängerung dieser Zeitspanne, wenn zwei Notärzte vor Ort waren. Der Mittelwertunterschied beträgt hier +15,3 Minuten; dies ist mit  $p < 0,001$  nach dem Mann-Whitney-U-Test signifikant. Das 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertunterschiedes liegt zwischen 10,7 und 19,9 Minuten.

Der Median bei zwei Notärzten ist ebenfalls höher als bei einem Notarzt. Der Unterschied hier beträgt 15 Minuten (Tabelle 35 und 36, Abbildung 48).

#### **Versorgungszeiten bei zwei Notärzten: primärer und sekundärer Notarzt**

<b>Tabelle 37: Versorgungszeiten bei zwei Notärzten</b>		
	<b>Statistik (Zeit in Minuten)</b>	
	<b>primärer Notarzt</b>	<b>sekundärer Notarzt</b>
<b>Mittelwert</b>	25,92	29,36
<b>Standard -abweichung / -fehler</b>	16,50 / 1,44	17,63 / 1,53
<b>95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze</b>	23,08 / 28,77	26,32 / 32,39
<b>Median</b>	24	25

n=132 von 193; 68,4% /  $p=0,243$  (Wilcoxon-Test)

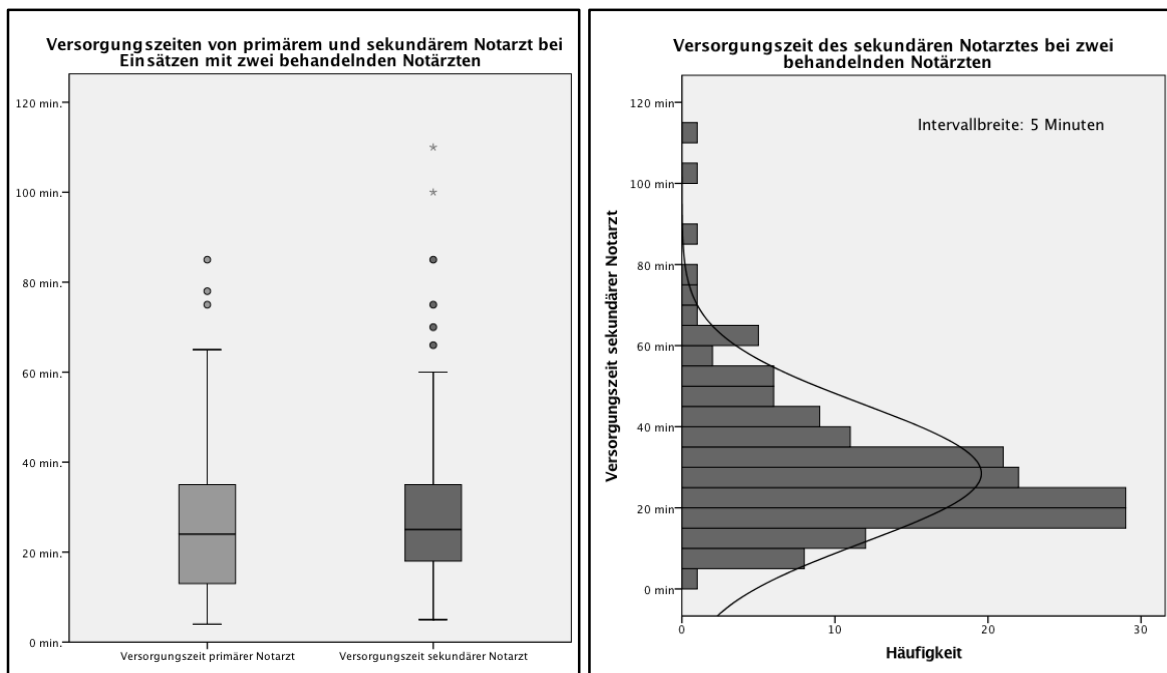


Abbildung 49: Vergleich der Versorgungszeiten von primärem und sekundärem Notarzt (links)

Abbildung 50: Versorgungszeit des sekundären Notarztes bei zwei behandelnden Notärzten (rechts)

Sofern zwei Notärzte an der Behandlung eines Patienten beteiligt waren, wurde der Patient durchschnittlich 25,9 Minuten vom ersteintreffenden Notarzt versorgt, bis der sekundäre Notarzt die Versorgung übernahm. Dieser arbeitete nochmals durchschnittlich 29,4 Minuten am Patienten, bevor der Transport in die Klinik begann. (Tabelle 37, Abbildung 49 und Abbildung 50).

### 3.6.4. Exkurs: Präklinische Zeiten bei einem Notarzt abhängig vom Transportmittel

Tabelle 38: Auswirkungen des Transportmittels bei einem Notarzt auf präklinische Zeiten			
Transportmittel bei einem Notarzt		Statistik (Zeit in Minuten)	
		Boden	Luft
gesamte präklinische Zeit n=151 von 166; 90,2%	Mittelwert	73,35	73,88
	Standard -abweichung / -fehler	29,12 / 2,88	21,20 / 3,03
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	67,63 / 79,07	67,79 / 79,97
	Median	67	71
Versorgungszeit n=142 von 166; 85,5%	Mittelwert (Standardfehler)	33,91	32,79
	Standard -abweichung / -fehler	16,46 / 1,67	13,89 / 2,03
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts Untergrenze / Obergrenze	30,55 / 37,26	28,71 / 36,86
	Median	30	32

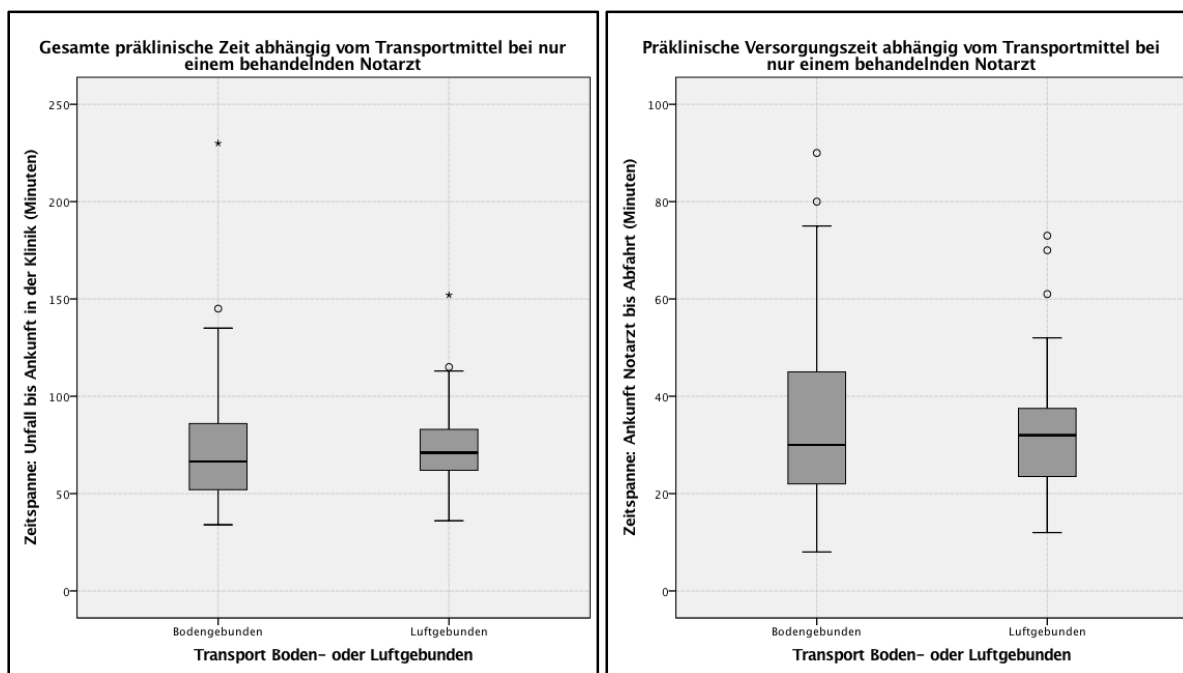


Abbildung 51: Vergleich der gesamten präklinischen Zeit bei einem Notarzt abhängig vom Transportmittel (links)

Abbildung 52: Vergleich der Versorgungszeit bei einem Notarzt abhängig vom Transportmittel (rechts)

Bei der Betrachtung der präklinischen Zeiten je nach Transportmittel bei einem versorgenden Notarzt kann bei der gesamten präklinischen Zeit ein Mittelwertunterschied von unter einer Minute beobachtet werden. Bei der Versorgungszeit beträgt der Unterschied +1,12 Minuten für den bodengebundenen Notarzt. Beide Unterschiede sind nach dem Mann-Whitney-U-Test ( $p=0,351$  Gesamtzeit,  $p=0,983$  Versorgungszeit) nicht signifikant. Auch beim Median sind keine großen Unterschiede festzustellen (Tabelle 38, Abbildung 51, Abbildung 52).

### 3.7. Auswirkungen eines zweiten behandelnden Notarztes auf das Outcome

#### 3.7.1. Unadjustierte Letalität und Todesursache

Patient verstorben		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	37	33	70
	% innerhalb: Anzahl NA	22,3 %	17,1 %	19,5 %
Nein	Anzahl	129	160	289
	% innerhalb: Anzahl NA	77,7 %	82,9 %	80,5 %
Gesamt	Anzahl	166	193	359
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=359 von 359; 100% /  $p=0,216$  (Chi-Quadrat-Test)

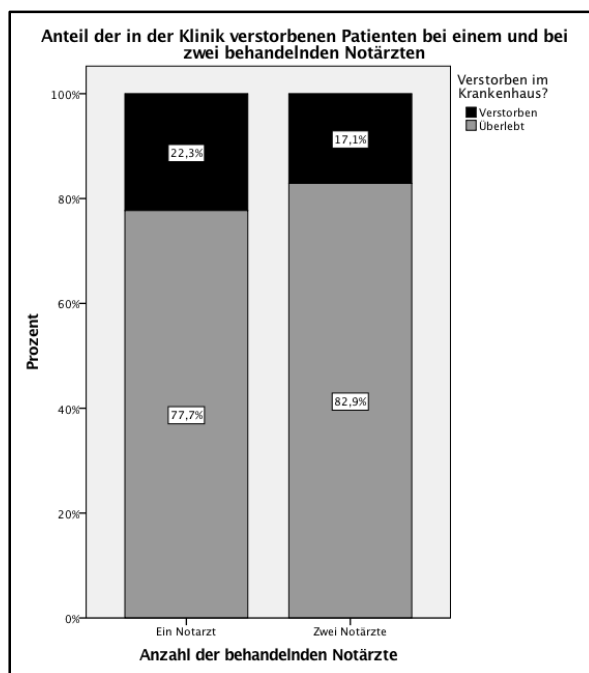


Abbildung 53: Anteil der verstorbenen Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

19,5% aller Patienten mit schwerem Trauma, welche im Schockraum noch behandelt wurden, verstarben im weiteren Behandlungsverlauf. Dies entspricht 70 Patienten des gesamten Patientenkollektivs. Abbildung 54 gibt die Todesursachen, soweit bekannt, wieder.

Betrachtet man die Letalität in Abhängigkeit der Anzahl der behandelnden Notärzte fällt auf, dass diese bei nur einem Notarzt etwas höher ist (22,3% zu 17,1%). Diese Beobachtung ist mit  $p=0,216$  nach dem Chi-Quadrat-Test nicht signifikant (Tabelle 39, Abbildung 53).

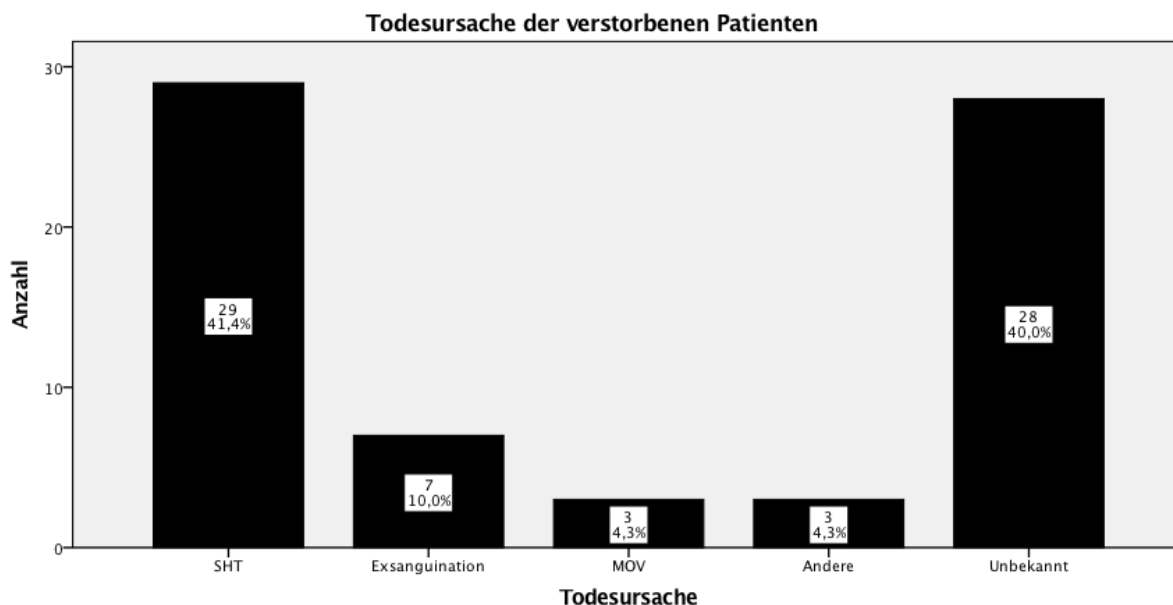


Abbildung 54: Todesursache der verstorbenen Patienten

Der Großteil der verstorbenen Patienten, soweit bekannt, verstarb an einem Schädel-Hirn-Trauma (69,1% der bekannten Todesursachen, 41,4% aller Verstorbenen). Andere Todesursachen traten deutlich seltener auf. Zu beachten ist jedoch, dass in 40,0% aller Fälle die Todesursache nicht bekannt ist (Abbildung 54).

### 3.7.2. Letalität im Vergleich zur vorhergesagten Letalität

Tabelle 40: Vergleich der beobachteten Letalität mit der vorhergesagten Letalität nach RISC abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
	Letalität -beobachtet -	Letalität -vorhergesagt-	95% Konfidenzintervall RISC	Differenz (vorhergesagt - beobachtet)	SMR standardized mortality ratio
Ein Notarzt vor Ort	22,3 %	25,8 %	20,7 - 31,0%	-3,5 %	0,864
Zwei Notärzte vor Ort	17,1 %	25,4 %	20,9 - 30,0%	-8,3 %	0,673
n=359 von 359; 100%					p=0,244

Ein wichtiges Kriterium zur Evaluation der Versorgung ist der Vergleich der tatsächlichen Letalität mit der vorhergesagten Letalität (hier dargestellt durch den RISC).

#### Ein Notarzt im Vergleich zu zwei Notärzten

Insgesamt zeigt sich, dass die beobachtete Letalität um 6,1% geringer ist als durch den RISC vorhergesagt. Bei einem Notarzt vor Ort beträgt der Unterschied der vorhergesagten zur beobachteten Letalität 3,5%. Bei zwei Notärzten ist dieser Unterschied mit 8,3% mehr als doppelt so groß (Tabelle 40).

Die SMR (standardized mortality ratio), das Verhältnis von beobachteter zur erwarteter Letalität, beträgt für einen Notarzt 0,864 und für zwei Notärzte 0,673. Daraus lässt sich ein Überlebensvorteil bei zwei behandelnden Notärzten ableiten. Diese Beobachtung ist jedoch bei  $p=0,244$  nicht signifikant.

#### Ein Notarzt (Boden) im Vergleich zu einem Notarzt (Luft)

Die SMR für einen bodengebundenen Notarzt beträgt 0,910. Somit ist das Outcome immer noch besser als die Prognose, aber nicht weit davon entfernt. Hingegen beträgt die SMR von einem luftgebundenen Notarzt 0,756. In diesem Fall scheint ein per RTH transportierter und von einem Notarzt versorgter Patient eine bessere Prognose zu haben als ein bodengebunden transportierter Patient. Auch dieser Unterschied der SMR-Werte ist mit  $p=0,564$  nicht signifikant.

#### Ein Notarzt (Luft) im Vergleich zu zwei Notärzten (Luft)

Im Vergleich von einem luftgebundenen zu zwei Notärzten scheint es, als haben von zwei Notärzten behandelte Patienten (SMR 0,673) eine bessere Prognose als solche, die nur von einem RTH-Notarzt versorgt wurden (SMR 0,756). Auch für diese Beobachtung gibt es mit  $p=0,910$  keine Signifikanz.

### 3.7.3. Multiorganversagen

Tabelle 41: Anteil der Patienten mit entwickeltem Multiorganversagen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte				
Entwicklung eines MOV		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte	
Ja	Anzahl	54	88	142
	% innerhalb: Anzahl NA	34,2 %	48,1 %	41,6 %
Nein	Anzahl	104	95	199
	% innerhalb: Anzahl NA	65,8 %	51,9 %	58,4 %
Gesamt	Anzahl	158	183	341
	% innerhalb: Anzahl NA	100 %	100 %	100 %

n=341 von 359; 95% / p=0,009 (Chi-Quadrat-Test)

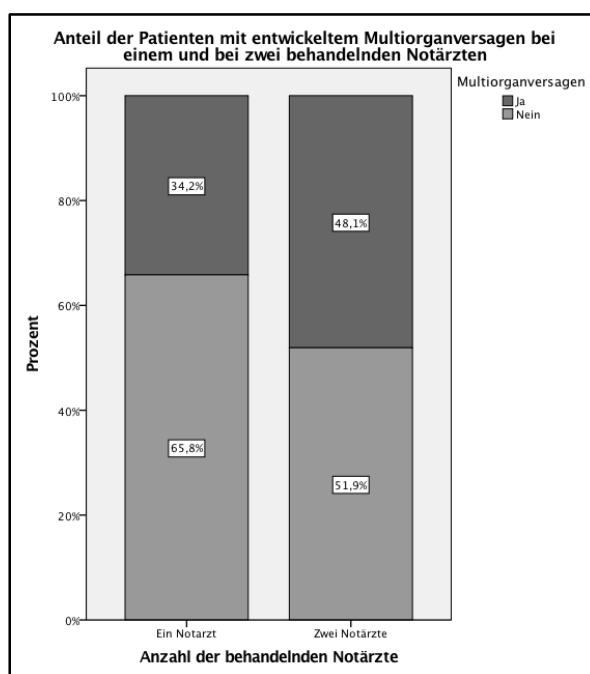


Abbildung 55: Anteil der Patienten mit entwickeltem Multiorganversagen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte

Patienten, die präklinisch von zwei Notärzten versorgt wurden, entwickelten in 48,1% ein Multiorganversagen im weiteren Verlauf. War nur ein Notarzt vor Ort, trat in 34,2% der Fälle ein Multiorganversagen auf. Dieser Unterschied ist mit  $p=0,009$  nach dem Chi-Quadrat-Test signifikant (Abbildung 55, Tabelle 41).

Im Vergleich der Entstehung eines Multiorganversagens bei einem bodengebundenen (35,2%) und einem luftgebundenen Notarzt (31,1%) zeigt sich nach dem Chi-Quadrat-Test mit  $p=0,692$  keine Signifikanz.

Die Kriterien des Organversagens wurden bereits im Teil „Material und Methoden“ erläutert. Im Vergleich der einzelnen betroffenen Organsysteme bei einem und bei zwei Notärzten zeigt sich, dass bei zwei behandelnden Notärzten signifikant häufiger ein Organversagen im Bereich Herz/Kreislauf (51,9% zu 62,8%,  $p=0,041$  nach Chi-Quadrat) und ZNS (26,6% zu 37,2%,  $p=0,037$  nach dem Chi-Quadrat-Test) vorliegt.

### 3.7.4. Glasgow Outcome Scale

Tabelle 42: Glasgow-Outcome-Scale abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte					
GOS		Anzahl behandelnder Notärzte		Gesamt	Signifikanz nach Chi-Quadrat-Test
		Ein Notarzt	Zwei Notärzte		
Gut erholt	Anzahl	87	97	184	0,684*
	% innerhalb: Anzahl NA	52,7 %	50,5 %	51,5 %	
Mäßig behindert	Anzahl	25	25	50	0,565*
	% innerhalb: Anzahl NA	15,2 %	13,0 %	14,0 %	
Schwer behindert	Anzahl	10	31	41	0,003*
	% innerhalb: Anzahl NA	6,1 %	16,1 %	11,5 %	
PVS	Anzahl	6	6	12	0,790*
	% innerhalb: Anzahl NA	3,6 %	3,1 %	3,4 %	
Tot	Anzahl	37	33	70	0,216*
	% innerhalb: Anzahl NA	22,4 %	17,2 %	19,6 %	
Gesamt	Anzahl	165	192	357	0,049**
	% innerhalb: Anzahl NA	100,0 %	100,0 %	100,0 %	

n=357 von 359; 99,4% \* Ergebnis des Chi-Quadrat-Test für 2\*2-Kreuztabelle \*\* Ergebnis des Chi-Quadrat-Test für die gesamte Kreuztabelle

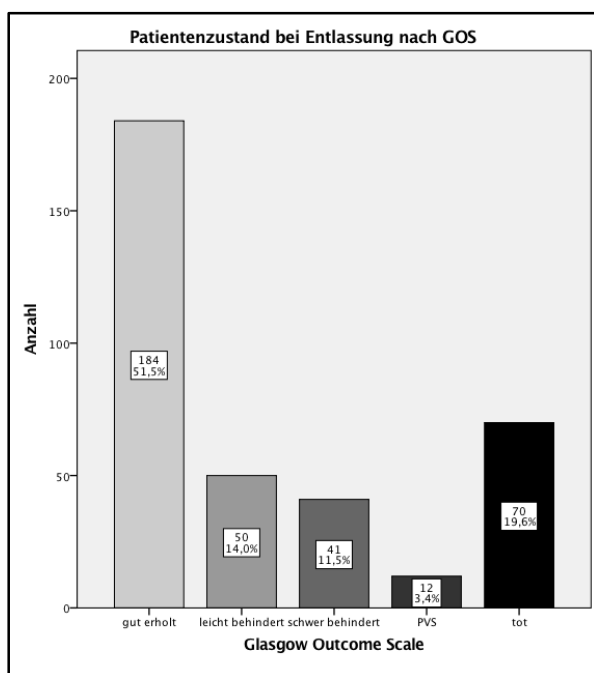


Abbildung 56: Patientenzustand bei Entlassung nach GOS (links)

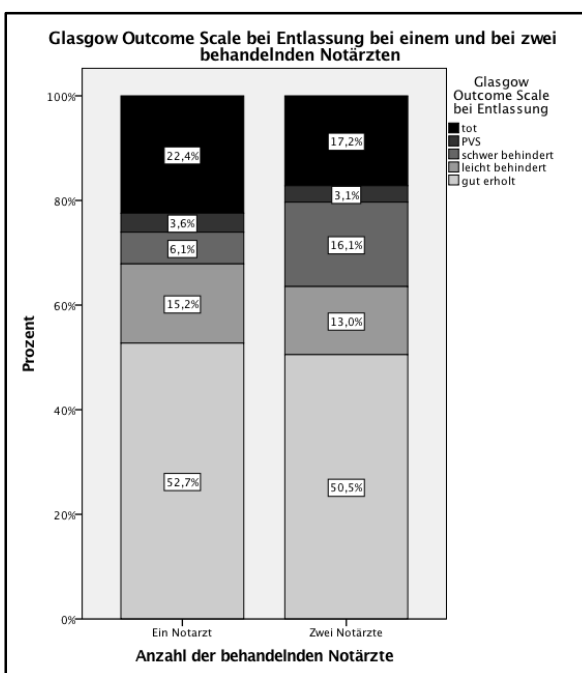


Abbildung 57: Glasgow-Outcome-Scale entlassener Patienten, welche von einem und von zwei Notärzten behandelt wurden (rechts)

Die GOS als Outcomeparameter ist bei 357 von 359 Patienten bekannt ( $\cong 99,4\%$ ). Es ist zu erkennen, dass 51,5% aller Patienten mit gültigen Angaben das Krankenhaus gut erholt verlassen haben. Erfreulicherweise wurden nur 3,4% (n=12) der Patienten in einem PVS (persistent vegetative state) entlassen (Abbildung 56). Alle diese Patienten hatten ein Schädel-Hirn-Trauma mit einem AIS von mindestens 4 in der Kopfregion. Interessant ist, dass 17,9% der Patienten, die nach der GOS als „gut erholt“ eingestuft wurden, ebenfalls einen AIS  $\geq 4$  in der Kopfregion hatten.

Die oben stehende Kreuztabelle (Tabelle 42) gibt die Verteilung der GOS-Werte entlassener Patienten wieder, die präklinisch von einem und von zwei Notärzten behandelt wurden. Die Werte in dieser Kreuztabelle sind nicht in einer Richtung konstant. Es ist stattdessen zu erkennen, dass die „äußeren“ GOS-Werte (Tot, PVS, Gut erholt, mäßig behindert) für einen Notarzt minimal häufiger vorkommen, wohingegen bei zwei Notärzten der mittlere Bereich (schwer behindert) signifikant dominiert wird (Abbildung 57).

## 4. Diskussion

Die Struktur der Diskussion dieser Arbeit orientiert sich an den drei schon in der Einleitung aufgebrauchten Fragen:

- Wie hoch ist der Anteil der Patienten, die präklinisch von zwei Notärzten versorgt wurden?
- Aus welchen Gründen waren zwei Notärzte an der Behandlung beteiligt?
- Hat die Anzahl der Notärzte Einfluss auf die präklinische Diagnostik, die Therapie und das Outcome?

### 4.1. Anzahl der behandelnden Notärzte je Traumapatient

In dieser Untersuchung wurden 53,8% aller Patienten präklinisch von zwei Notärzten versorgt.

Nach eingehender Literaturrecherche konnte kaum Referenzliteratur gefunden werden, die Angaben über den deutschlandweiten Anteil von zwei behandelnden Notärzten bei Schwerverletzten macht. Einzig Gries et al. geben eine Schätzung diesbezüglich ab. Mit geschätzten 16% besteht hier jedoch ein deutlicher Unterschied zu den hier beobachteten 53,8%.<sup>99</sup>

Diese Schätzung von Gries et al. beruht auf einer bundesweiten Untersuchung von über 11.400 traumatologischen Notfällen mit Beteiligung des Luftrettungsdienstes aus dem Jahr 2006. Dort konnte beobachtet werden, dass in 19,4% aller RTH-Einsätze schon ein bodengebundener Notarzt vor Ort war. Im hier untersuchten Patientenkollektiv war dieser Anteil mit 78,1% deutlich größer.<sup>99</sup>

Erklären ließe sich der sehr deutliche Unterschied zu den Daten von Gries et al. durch unterschiedliche Grundgesamtheiten. Zum einen wurden von ihm Patienten aller NACA-Einstufungen von I-VII betrachtet und es gab keine Selektion des Zielkrankenhauses. Zum anderen bezieht sich Gries auf bundesweite Daten zu einem Zeitpunkt, zu dem es noch keine TraumaNetzwerke gab. Hingegen wurden in dieser Arbeit explizit nur schwer verletzte Patienten betrachtet, die in einem Flächenstaat mit etabliertem TraumaNetzwerk<sup>98</sup> in ein ÜRZT transportiert wurden.

In der oben genannten Studie von Gries et al. wurde zusätzlich eine Gruppe von 90 „Polytraumatisierten“ untersucht, die von Christoph 53 (Tag- und Nachteinsätze) versorgt wurden. Damit ist diese Gruppe der hier untersuchten Grundgesamtheit deutlich ähnlicher. Es zeigte sich, dass Christoph 53 in 64,4% seiner Einsätze von einem Notarzt am Boden nachalarmiert wurde. Dieser Wert kommt den hier beobachteten 78,1% deutlich näher. Zu beachten ist, dass von Gries et al. keine Definition für den Begriff „Polytrauma“ genannt wurde.<sup>99</sup>

Diese Teilergebnisse der Arbeit von Gries et al. zeigen, dass mindestens der hier beobachtete Anteil von zwei versorgenden Notärzten für die Einsätze der Luftrettung annähernd reproduzierbar ist - sofern nur schwer Verletzte betrachtet wurden und eine Nachtflugerlaubnis für den RHT besteht. Denn einschränkend muss angemerkt werden, dass Christoph Regensburg wie auch Christoph 53 zu den weniger als 10 Rettungshubschraubern in Deutschland zählen, die auch in der Nacht an der Notfallrettung teilnehmen.<sup>100,101</sup> In Regionen ohne nächtliche RTH-Einsätze ist der Anteil an zwei behandelnden Notärzten geringer.<sup>102,115,137</sup> Eine weitere regionale Besonderheit der Untersuchungsregion Ostbayern ist sein Status als Flächenstaat mit oft weiten Transportwegen. Zudem waren im Untersuchungszeitraum im TraumaNetzwerk Ostbayern nur Kliniken in Regensburg als Überregionale Traumazentren zertifiziert.<sup>33,58</sup>

Zusammenfassend ist zu vermuten, dass die hier gefundene Quote an zwei Notärzten von über 50% nicht ohne weiteres auf andere Regionen in Deutschland übertragbar ist. Begründet wird dies durch die oben genannten regionalen, infrastrukturellen Besonderheiten. Zusätzlich muss bedacht werden, dass sich die Daten nur auf Patienten beziehen, die die Klinik lebend erreicht haben.

Dennoch kann angenommen werden, dass die Quote insgesamt bei schwer verletzten Patienten nicht unerheblich sein und höchstwahrscheinlich über den geschätzten 16% von Gries et al. liegen wird. Insbesondere der große Anteil von zwei Notärzten in Einsätzen der Luftrettung ist nicht zu unterschätzen.

Vor dem Gesichtspunkt, dass diese Tatsache bisher kaum Eingang in aktuelle Diskussionen findet, ist diese Feststellung von großer Relevanz.

## **4.2.Mögliche Gründe für die Versorgung durch zwei Notärzte**

Es sind mehrere Gründe denkbar, die dazu führen, dass ein Patient präklinisch von zwei Notärzten versorgt wird:

1. Parallel-Alarmierung oder Nachforderung bei mehreren Verletzten
2. Nachforderung zum Transport
3. Nachforderung zur qualifizierten Versorgung

Ob eine Parallel-Alarmierung durch die Rettungsleitstelle oder eine Nachforderung durch den primären Notarzt stattfand ist anhand der vorliegenden Daten nicht direkt erkennbar. Es können hier nur indirekt Rückschlüsse gezogen werden.

### **4.2.1.Parallel-Alarmierung oder Nachforderung bei mehreren Verletzten**

Zur Parallel-Alarmierung kann es kommen, wenn der Rettungsleitstelle mehrere schwer verletzte Patienten gemeldet werden. In diesem Fall werden vorsorglich mehrere Notärzte an die Unfallstelle disponiert. So könnte beispielsweise der ersteintreffende bodengebundene Notarzt die Sichtung und Primärversorgung übernehmen und (meistens) den am schwersten verletzten Patienten an den Arzt des oft erst später eintreffenden Rettungshubschraubers übergeben.

Der Anteil der Parallel-Alarmierungen ist aus der SPSS-Datendatei oder dem TraumaRegister nicht direkt zu entnehmen. Indirekt ergibt sich aus den gewonnenen Daten aber der Hinweis, dass bei etwa 11-15% aller Einsätze an denen zwei Notärzte beteiligt waren, boden- und luftgebundener Notarzt zeitgleich eintrafen (siehe Punkt 4.3 dieser Arbeit). Auf alle Einsätze mit schwer Verletzten umgerechnet (ein und zwei behandelnde Notärzte bei einer angenommenen Verteilung von je etwa 50%) kann dieser Anteil auf 6-8% geschätzt werden. Sofern boden- wie luftgebundener Notarzt in etwa zeitlich identische Zeiten für Anfahrt bzw. Anflug haben, zeigt dies indirekt den Anteil der Parallel-Alarmierungen.

Auch zu diesen Zahlen gibt es in der Literatur kaum vergleichbare Datenquellen. Eine Untersuchung von Gries et al. aus den Jahren 2010-2011 stellte einen Anteil an Parallel-Alarmierungen für den Luftrettungsdienst von 5,2% fest. Diese Zahl bezieht sich auf alle Einsätze der Luftrettung; unabhängig vom NACA-Score der Patienten oder deren Erkrankung. Da weder der Anteil der traumatologischen Einsätze noch das Verhältnis von boden- zu luftgebundener Rettung bekannt ist, können diese Daten schwer mit den hier vorliegenden verglichen werden.<sup>103</sup>

Auch wenn nur ein Patient gemeldet wurde, kann sich bei Eintreffen des primären Notarztes herausstellen, dass mehrere Patienten verletzt sind. In diesem Fall muss noch ein weiterer Notarzt nachgefordert werden.

Dieser Anteil wird weder direkt noch indirekt von den vorliegenden Daten abgebildet. Auch in der Literatur wird dieser Anteil nicht angegeben. Die Daten von Gries et al. geben zwar an, dass in 12,1% der untersuchten RTH-Einsätze mehr als zwei Patienten zu versorgen waren; ob in jedem Fall aber ein Notarzt für die Behandlung der zusätzlichen Verletzten vonnöten war, wurde nicht thematisiert.<sup>103</sup>

Eine Sonderform der Parallel-Alarmierung ohne mehrere Verletzte ergibt sich, wenn von der Leitstelle zeitgleich ein bodengebundener Notarzt für die Erstversorgung und ein luftgebundener Notarzt für einen absehbar weiten Transport disponiert wird. Diese Dispositionsstrategie wird jedoch bisher nur in äußerst wenigen Rettungsdienstbereichen angewandt.<sup>103</sup>

Somit sind mehrere Verletzte ein, wenn auch sicherlich nicht hauptsächlicher, Grund für die Behandlung eines Patienten durch zwei Notärzte.

## **4.2.2. Nachforderung zum Transport**

Bei schwer verletzten Patienten könnte ein Grund für die Nachforderung eines zweiten Notarztes darin bestehen, dass mit ihm auch ein Rettungshubschrauber zum Transport des Patienten in ein überregionales Traumazentrum zur Verfügung steht. In der Literatur wird fast ausschließlich der hierdurch resultierende Zeitvorteil als Argument für die Nachforderung angeführt.<sup>51,103,116</sup>

Zu beachten ist jedoch, dass sich durch die Nachforderung eines zweiten Notarztes die präklinische Gesamtzeit so stark verlängern kann, dass sich eine Nachforderung zum Transport erst ab einer Transportstrecke von 30-40 Kilometern (Schätzung von Gäßler<sup>44</sup>) lohnt. Zimmermann et al. sowie Aschenbrenner et al. geben unabhängig voneinander für die Nacht sogar eine Strecke von 90km an.<sup>104,140</sup> Daher gibt es auch viele Studien, die eher eine verlängerte Gesamtzeit sehen, wenn ein zweiter Notarzt nachgefordert wurde.<sup>99,103,105,116,137</sup>

Es gibt in dieser Arbeit keine Informationen über den Ort des Unfalls, der die These „Nachforderung zum Transport“ belegen könnte. Gestützt wird sie dadurch, dass ein ÜRTZ im Flächenstaat Ostbayern zur Zeit der Datenerhebung nur in Regensburg existierte und der Anteil der per Rettungshubschrauber eingelieferten Patienten hier drastisch höher war als in anderen Studien beobachtet.<sup>102,115,137</sup> Weiterhin zeigte sich, dass 45,5% aller zubringenden, bodengebundenen Rettungsmittel direkt in Regensburg stationiert waren.

Unter der Annahme der Richtigkeit dieser These wurde hier geprüft, ob bei bestimmten Patientencharakteristika wie Alter, Unfallhergang, Verletzungsmuster und Verletzungsschwere eine häufigere Nachforderung stattfand, weil der erstbehandelnde Notarzt den Patienten in ein ÜRTZ bringen lassen wollte.

### **Geschlecht und Alter**

Das Patientenkollektiv wurde in über zwei Dritteln durch Männer repräsentiert. Die Dominanz der Männer bei schweren Verletzungen zeigt sich auch im TraumaRegister - hier stellten sie in den letzten 10 Jahren 70,6% aller Verletzten.<sup>52</sup> Auch im Ausland ist der Anteil der Männer bei schweren Verletzungen überproportional hoch.<sup>106</sup>

Zu erklären ist diese Dominanz durch eine höhere Risikobereitschaft (insbesondere im Straßenverkehr) und durch eine höhere Quote an Männern bei Hobbies und Berufen mit erhöhtem Risiko (z.B. Motorradfahrer, Dachdecker, Gerüstarbeiter).<sup>107,108,109</sup>

Mit einem mittleren Alter von 39,7 Jahren sind die hier untersuchten Patienten deutlich jünger als die aus dem TraumaRegister (Mittelwert: 48,6 Jahre über die letzten 10 Jahre<sup>52</sup>). Zu beachten ist jedoch, dass die Patienten aus dem TraumaRegister meist weniger schwer verletzt sind. In Untersuchungen mit Patienten mit einem ISS  $\geq 16$  war das mittlere Alter mit dem hier gefundenen oft vergleichbar.<sup>111,116</sup>

Im Vergleich von einem und zwei behandelnden Notärzten zeigte sich weder ein großer nomineller, geschweige denn ein signifikanter Unterschied im Geschlecht oder Patientenalter. Damit scheinen das Geschlecht und das Alter der Patienten kein Grund für eine Nachforderung eines sekundären Notarztes zu sein.

### **Unfallhergang und Traumaart**

Verkehrsunfälle und hier insbesondere Auto- und Motorradunfälle, machten mit 72,8% den Großteil aller Unfallursachen aus. Dies deckt sich mit Beobachtungen aus dem TraumaRegister und anderen Arbeiten zum Thema Traumaversorgung - auch im Ausland.<sup>3,52,106</sup>

Im Vergleich der Unfallhergänge bei einem und zwei behandelnden Notärzten zeigt sich in den untersuchten Gruppen nur ein größerer und annähernd signifikanter Unterschied: Motorradunfälle machten bei einem Notarzt 13,5% und bei zwei Notärzten 21,4% der versorgten Patienten aus. Dieser Unterschied ist nach dem Chi-Quadrat-Test mit  $p=0,056$  annähernd signifikant.

Trotz fehlender Signifikanz könnte angenommen werden, dass sich diese Beobachtung auf die Grundgesamtheit übertragen lässt. Mögliche Erklärungen hierfür wären augenscheinlich schwerere Verletzungen bei Motorradfahrern (Extremitätentraumata) und ein von Regensburg entfernter Unfallort (z.B. der Bayerische Wald als beliebtes Ziel von Motorradfahrern<sup>110</sup>).

Bei der Traumaart lag in 97,8% ein stumpfes Trauma vor. Hier zeigten sich keine Unterschiede zwischen einem und zwei Notärzten. Für Deutschland ist dieser Wert nicht ungewöhnlich<sup>52</sup>; hingegen ist in Amerika der Anteil der penetrierenden Traumata mit etwa 21,1% deutlich höher.<sup>106</sup> Dies muss bei Vergleichen mit amerikanischen Daten beachtet werden.

### **Verletzungsmuster und Verletzungsschwere: AIS**

Bei der Untersuchung der Verletzungsschwere mittels AIS zeigte sich, dass der Kopf mit einem Durchschnitts-AIS von 2,86 Punkten am schwersten verletzt war. Es folgten die Bereiche Thorax, Extremitäten und Abdomen. Im Vergleich der Notärzte zeigten sich signifikante Unterschiede der Verletzungsschwere in den Bereichen Abdomen (+0,31 Punkte bei zwei Notärzten,  $p=0,022$ ) sowie Extremitäten (+0,42 Punkte bei zwei Notärzten,  $p=0,007$ ). Auch die Region Thorax war bei zwei Notärzten mit +0,35 Punkten tendenziell schwerer verletzt. Das Signifikanzniveau wurde mit  $p=0,109$  jedoch verfehlt. Von zwei Notärzten versorgte Patienten präsentierten einen schlechteren initialen GCS-Wert, der aber mit  $p=0,134$  nicht als signifikant zu werten ist.

Der Anteil der schweren Verletzungen ( $AIS \geq 3$ ) in den Körperregionen zeigt, dass der Kopf mit 63,3% am häufigsten schwer verletzt war. Der Thorax war in 59,0% von einer schweren Verletzung betroffen. Die Werte für Extremitäten betragen 40,6% und für das Abdomen 21,1%. Damit decken sich diese Beobachtungen in ihrer Reihenfolge mit denen des TraumaRegisters.<sup>52</sup> Im Vergleich von einem zu zwei Notärzten zeigt sich, dass die Region „Extremitäten“ bei zwei Notärzten signifikant häufiger schwer verletzt war (beobachtet +11,8%). Ebenfalls häufiger (+10,1%) schwer verletzt war der Thorax. Hier wird mit  $p=0,052$  das gesetzte Signifikanzniveau knapp verpasst.

Die schwereren und häufiger schweren Extremitätenverletzungen bei zwei Notärzten ließen sich mit den beobachteten häufigeren Motorradunfällen vereinbaren. Schwere Extremitätenverletzungen fallen deutlich ins Auge und könnten einen Notarzt daher dazu verleiten, den Patienten als subjektiv schwerer verletzt einzustufen. Die schwereren Abdominalverletzungen und häufiger schweren Thoraxverletzungen sind hierdurch nicht sicher erklärbar. Möglicherweise stellen sie einen eigenständigen Faktor dar, der zu einer Nachforderung führt.

In einer Studie von Frink et al. mit einem ISS  $\geq 9$  als Einschlusskriterium wurden im Vergleich der bodengebundenen mit der luftgebundenen Rettung ebenfalls signifikant häufiger schwere Thorax- und Extremitätenverletzungen (AIS  $\geq 2$ ) gefunden.<sup>116</sup> In der Studie von Andruszkow<sup>49</sup> waren die Patienten der Luftrettung in den Bereichen Thorax, Abdomen und Extremitäten signifikant häufiger schwer verletzt (AIS  $\geq 3$ ). In beiden Studien wurde keine Angabe über den Anteil der behandelnden Notärzte gemacht. Daher kann nicht abgeleitet werden, ob die Beobachtungen dieser Studien auf einen Zufall oder auf eine bewusste Nachforderung bei schwereren Verletzungen in diesen Körperregionen zurückzuführen ist.

Anhand dieser Ergebnisse kann insgesamt angenommen werden, dass schwere Verletzungen insbesondere in den Bereichen Extremitäten, Abdomen und Thorax häufiger zu einer Nachforderung eines sekundären Notarztes führen.

### **Verletzungsmuster und Verletzungsschwere: Injury Severity Score**

Der Mittelwert des ISS lag in der untersuchten Patientengruppe bei 32,1 Punkten und liegt damit deutlich höher als der Durchschnitt des TraumaRegisters (20,1 Punkte in den letzten 10 Jahren<sup>52</sup>). Dies ist jedoch damit zu erklären, dass in dieser Arbeit ein ISS unter 15 Punkten als Ausschlusskriterium galt. Verglichen mit anderen Arbeiten, die ebenfalls einen ISS  $\geq 16$  als Einschlusskriterium hatten ist dieser Wert nicht ungewöhnlich (z.B. bei Altmann mit 31,4 Punkten<sup>102</sup> bzw. Zörb mit 34,5 Punkten<sup>111</sup>, beide bei Patienten mit ISS  $\geq 16$  und Behandlung in einem Universitätsklinikum).

Der Mittelwertunterschied des ISS sowie des NISS zwischen einem und zwei Notärzten betrug jeweils unter 1%. Dieser minimale Unterschied war in beiden Fällen nicht signifikant. Auch der Unterschied beim Median war mit +2,5 (ISS) bzw. 0 (NISS) Punkten bei zwei Notärzten nicht auffällig.

Daher scheint die Gesamtverletzungsschwere keinen Einfluss auf eine mögliche Nachforderung zu haben.

### **Verletzungsmuster und Verletzungsschwere: RISC-Score**

Die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit nach RISC betrug hier 74,4%. Der Median lag bei 93,0%. In über 98% aller Fälle konnte der RISC, teils durch Ersetzen fehlender Werte, errechnet werden.

Zum Vergleich betrug der Mittelwert des RISC für das Jahr 2011 im TraumaRegister 87,7%.<sup>112</sup> Bei diesem Vergleich muss jedoch beachtet werden, dass das hier betrachtete Patientenkollektiv aufgrund der Einschlusskriterien schwerer verletzt war (nur 53% aller TraumaRegister-Patienten im Jahr 2011 hatten einen ISS  $\geq 16$ <sup>112</sup>). Andere Arbeiten ähnlicher Einschlusskriterien erhielten RISC-Werte von 84,3% (Altmann<sup>102</sup>) und 82,8% (Günkel et al.<sup>51</sup>).

Im Vergleich der Patientenkollektive von einem und zwei Notärzten zeigte sich ein nicht signifikanter Mittelwertunterschied und ein Unterschied des Median von jeweils unter 1%. Auch hier zeigt sich, wie beim ISS, dass der RISC-Score wahrscheinlich keinen Einfluss auf eine Nachforderung hat.

### **Zusammenfassung: Nachforderung zum Transport**

Wie bereits erwähnt wird als Begründung für die Nachforderung eines zweiten Notarztes fast immer der Geschwindigkeitsvorteil der Luftrettung angeführt. Auch in dieser Arbeit gibt es starke indirekte Hinweise dafür, dass Nachforderungen hauptsächlich geschehen um den RTH als Transportmittel verfügbar zu haben. Bedacht werden muss aber immer, dass sich ein Geschwindigkeitsvorteil erst ab einer gewissen Distanz bemerkbar machen wird.

Es wurde zusätzlich nach Faktoren gesucht, die eine Nachforderung wahrscheinlicher machten. Dabei wurde beobachtet, dass bei Motorradunfällen häufiger zwei Notärzte vor Ort waren - auch wenn das gesetzte Signifikanzniveau leicht verfehlt wurde. Möglicherweise liegt dies an der Kinematik, den resultierenden augenscheinlichen Verletzungen oder den abgelegenen Unfallorten.

Im Vergleich der Verletzungsschwere durch den AIS fällt auf, dass bei zwei Notärzten die Bereiche Abdomen und Extremitäten signifikant schwerer verletzt waren. Auch der Bereich Thorax war bei zwei Notärzten auffällig, aber nicht signifikant, schwerer verletzt. Zudem war der Bereich Extremitäten signifikant und der Bereich Abdomen annähernd signifikant häufiger schwer verletzt. Solche Verletzungen könnten den primären Notarzt ebenfalls zu einer Nachforderung veranlassen. Einschränkend muss hier aber bedacht werden, dass sich die tatsächliche Verletzungsschwere meist erst in der Klinik nach apparativer Diagnostik offenbart.<sup>113,114</sup>

Weder Geschlecht, noch Alter oder Traumaart (penetrierend/stumpf) scheinen Einfluss auf die Nachforderung zu haben. Auch die Gesamtverletzungsschwere und Prognose, dargestellt durch ISS, NISS und RISC, scheinen keinen Einfluss auf die Nachforderung eines zweiten Notarztes zu haben.

### **4.2.3. Nachforderung zur qualifizierten Versorgung**

Auch wenn es in der Literatur nicht thematisiert wird: Je nach Erfahrung des primären Notarztes und Indikation zur Durchführung invasiver Maßnahmen kann es hier zu Nachforderungen kommen, wenn sich der bodengebundene Notarzt nicht zur adäquaten Versorgung des Patienten imstande fühlt. Anekdotisch wird zum Beispiel von Fällen berichtet, in denen ein weiterer Notarzt zur Durchführung einer schwierigen Intubation hinzugezogen wurde. Da dieser Punkt nicht direkt abgefragt wurde, müssen auch hier indirekt Rückschlüsse gezogen werden.

Die Grenze zwischen der „Nachforderung zum Transport“ und der „Nachforderung zur qualifizierten Versorgung“ ist nicht scharf zu ziehen. So kann beispielsweise auch das Alter (z.B. Kinder) ein Grund für den bodengebundenen Notarzt sein, eine „Nachforderung zur qualifizierten Versorgung“ anzustreben.

## **Berufs- und Einsatzerfahrung der Notärzte**

Dass luftgebundene Notärzte in der Regel eine größere Routine aufgrund höherer Fallzahlen in der Traumaversorgung haben, wird allgemein angenommen und kann auch belegt werden.<sup>40,115,116,145</sup> Nach Berechnungen von Gries et al. anhand von 129.000 Datensätzen aus Baden-Württemberg hat ein bodengebundener Notarzt im Durchschnitt alle 14,5 Monate einen schwer verletzten Patienten zu versorgen. In der luftgebundenen Rettung sind es im Durchschnitt nur 1,3 Monate.<sup>40</sup>

Bei der Betrachtung der Berufserfahrung in dieser Arbeit zeigte sich, dass diese insgesamt sehr hoch war: 61,1% aller befragten Notärzte haben eine über 10-jährige Berufserfahrung angegeben. Auch die Daten der Einsatzerfahrung zeigten sehr gute Werte für die behandelnden Notärzte. 77,0% aller befragten Notärzte gaben an, pro Jahr mehr als 100 Patienten zu versorgen.

In beiden Punkten zeigte eine differenzierte Betrachtung im Hinblick auf die besetzten Transportmittel, dass die luftgebundenen Notärzte signifikant längere Berufserfahrung und signifikant höhere Versorgungsraten aufwiesen als die bodengebundenen Notärzte. Insbesondere bei den geringen Versorgungszahlen 0-50 pro Jahr war dieser Unterschied deutlich. Bei bodengebundenen Notärzten machte diese Gruppe 13,2% aus; bei luftgebundenen Notärzten nur 1,5%.

Erklären ließen sich diese Beobachtungen durch die Tatsache, dass auf einem Rettungshubschrauber eingesetzte Ärzte oft Facharztreihe haben und eine regelmäßige Teilnahme am Dienst vorausgesetzt wird. Die Facharztquote wird für die DRF auf über 85% und für den ADAC auf über 90% angesetzt.<sup>99,45</sup> Auf Christoph Regensburg werden ausschließlich Fachärzte eingesetzt.<sup>117</sup> Bei der bodengebundenen Rettung hingegen nehmen auch Berufsanfänger und sporadisch tätige Notärzte (zum Beispiel auch Hausärzte vom Land) teil.<sup>118</sup>

Aufgrund der Datenlage darf davon ausgegangen werden, dass in der Luftrettung tätige Ärzte meist eine größere Einsatzerfahrung insgesamt wie auch speziell in der Traumaversorgung haben. Daher wäre es nicht abwegig, wenn ein bodengebundener Notarzt einen erfahreneren Notarzt nachfordern würde.

Bei der hier durchgeführten Betrachtung der Berufs- und Einsatzerfahrung sind folgende Punkte zu beachten:

1. Durch diese beiden Faktoren kann keine komplette „Erfahrung“ der Notärzte abgebildet werden. Hier sollte der Notarztfragebogen dahingehend abgeändert werden, dass nach der Berufserfahrung als Notarzt und den durchschnittlichen Einsatzzahlen gefragt wird. Sofern diese konstant waren, könnte so eine Abschätzung der Gesamterfahrung möglich gemacht werden.

2. Es wurden hier die Erfahrungen von boden- und luftgebundenen Notärzten verglichen - und nicht die Erfahrung von einem alleinigen bzw. einem sekundären Notarzt. Grund hierfür war, dass die Unterschiede der Qualifikation hauptsächlich durch das Transportmittel begründet sind. Die Beobachtungen hier sind von großer Relevanz für die Interpretation der folgenden Ergebnisse, da sie zeigen, dass man insbesondere in der Gruppe der allein versorgenden Notärzte immer noch zwischen boden- und luftgebundenen Notärzten differenzieren sollte.
3. Es waren für die beiden Kategorien nur in 60,2% bzw. 71,6% der Fälle gültige Daten zur Auswertung vorhanden. Weshalb diese Fragestellungen beim Notarztfragebogen häufig unbeachtet blieben, ist unklar.

### **Indikation zur Durchführung invasiver Maßnahmen**

Maßnahmen wie eine endotracheale Intubation und die Anlage einer Thoraxdrainage sind in der Präklinik insgesamt selten:

Eine Befragung von knapp 2000 Notärzten durch Ilper ergab, dass 27% aller Befragten bisher weniger als 50 und 11% weniger als 10 präklinische Intubationen im Rettungsdienst durchgeführt hatten.<sup>118</sup> Eine weitere Befragung von Timmermann et al. von 606 in Norddeutschland tätigen Notärzten zeigte zudem, dass 39,1% dieser Notärzte bisher weniger als 50 Intubationen im Rettungsdienst durchgeführt haben. Er folgert, „dass die praktischen Fertigkeiten und die Erfahrung zur Durchführung der ETI (endotrachealen Intubation, Anmerkung des Autors) bei vielen NA aus den nichtanästhesiologischen Fachgebieten unzureichend sind.“<sup>119</sup> Eine kleinere Untersuchung von Zink et al. fand bezüglich der Anlage einer Thoraxdrainage heraus, dass sich viele Notärzte deren Anlage trotz bestehender Indikation nicht zutrauen würden.<sup>120</sup>

In allen drei Studien bleibt der Anteil der Notärzte aus der Luftrettung unerwähnt. Insgesamt werden aber in der Luftrettung diese invasiven und potenziell gefährlichen Maßnahmen häufiger als in der bodengebundenen Rettung angewandt. Laut den oben schon angeführten Daten von Gries et al. aus Baden-Württemberg führt ein luftgebundener Notarzt im Schnitt alle 0,7 Monate eine endotracheale Intubation durch und legt etwa alle 6,7 Monate eine Thoraxdrainage an. Bodengebundene Notärzte intubieren im Schnitt alle 3,7 Monate und legen etwa alle 76 Monate eine Thoraxdrainage an.<sup>40</sup>

Die Ergebnisse der hier vorliegenden Arbeit zeigen (siehe auch Punkt 4.3.2), dass bei zwei Notärzten vor Ort signifikant häufiger invasive Maßnahmen wie die endotracheale Intubation (+14,4%), die Anlage einer Thoraxdrainage (+13,9%) oder die Reposition einer Fraktur (+18,1%) durchgeführt wurden. Auch wenn diskutiert werden kann, ob die höhere Quote der Intubationen und insbesondere der Thoraxdrainagen auch dem Lufttransport an sich geschuldet sein könnte, zeigen sie mindestens eine größere Routine im Handling dieser Maßnahmen an.

Die Mehrzahl der invasiven Maßnahmen wurde erst durch den sekundären Notarzt durchgeführt. In exakten Zahlen wurden bei den Patienten 60,0% aller Intubationen, 95,2% aller Thoraxdrainagen und 68,9% aller Repositionen durch den sekundären Notarzt durchgeführt. Nun stellt sich die Frage, ob diese Maßnahmen auch durch den primären Notarzt schon hätten durchgeführt werden können.

Es konnte gezeigt werden, dass ein nachgeforderter Notarzt durchschnittlich 7,6 Minuten vor dem Ende der durchschnittlichen Behandlungsdauer eines allein versorgenden Notarztes (33,5 Minuten) eintraf. Hieraus könnte gefolgert werden, dass dem primären Notarzt diese Zeit fehlte, um weitere Maßnahmen durchzuführen.

Dieser These widerspricht jedoch die Beobachtung, dass der sekundäre Notarzt trotz der Vorversorgung im Durchschnitt nochmals 29,4 Minuten am Patienten gearbeitet hat, bis der Abflug erfolgte. Die zeitliche „Vorarbeit“ des primären Notarztes entspricht in diesem Fall also nur etwa 4,1 Minuten (33,5min - 29,4min). Aus dieser Beobachtung ist eher zu schließen, dass der primäre Notarzt in der ihm zur Verfügung stehenden Zeit weniger Maßnahmen durchgeführt hat, als er es getan hätte, wenn er den Patienten komplett alleine zu versorgen gehabt hätte. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kamen auch schon Gries et al. sowie Ernstberger et al.<sup>99,105</sup>

Aus den oben genannten Beobachtungen kann gefolgert werden, dass tatsächlich auch Nachforderungen geschehen, um die Versorgung oder mindestens gewisse Maßnahmen einem erfahreneren Notarzt zu überlassen. Möglicherweise ließe sich bei einer besseren Ausbildung und insbesondere Inübunghaltung der Notärzte die Quote an Nachforderungen reduzieren.

#### **4.2.4. Zusammenfassung möglicher Gründe für die Therapie durch zwei Notärzte**

Bisher wird in der Literatur meist davon ausgegangen, dass eine Nachforderung geschieht, um den Patienten schneller in ein ÜRTZ transportieren zu können (Nachforderung zum Transport). Diese These ist plausibel und insbesondere in der Region Ostbayern würde sie die hohe Quote der Luftrettung erklären. Mögliche Gründe, die eine Nachforderung zum Transport wahrscheinlicher machen, sind Motorradunfälle als Unfallursache und schwere Verletzungen, insbesondere an Extremitäten, Thorax und Abdomen.

"Nachforderungen zur qualifizierten Versorgung" werden manchmal diskutiert, aber kaum offiziell zugegeben werden. Höchstwahrscheinlich gibt es auch in dieser Untersuchung Fälle, in denen der Wunsch nach einer qualifizierten Versorgung durch den Arzt des Rettungshubschraubers Grund für eine Nachforderung war. Dies belegen die signifikant häufiger durch den sekundären Notarzt durchgeführten Intubationen, Thoraxdrainagen und Frakturpositionen sowie die Zeit, die der sekundäre Notarzt trotz „Vorarbeit“ noch am Patienten arbeiten musste.

Der Anteil der zeitgleich eintreffenden Notärzte (Parallel-Alarmierungen), meist wegen mehreren schwer verletzten Patienten gleichzeitig, wird hier auf 6-8% geschätzt.

Damit scheint der Hauptgrund einer Nachforderung im Transport des Patienten zu liegen. Aber auch die beiden letztgenannten Punkte dürfen auf keinen Fall unterschätzt werden.

### **4.3. Einfluss eines zweiten Notarztes auf präklinische Diagnostik, Therapie und Outcome**

#### **4.3.1. Präklinische Diagnostik**

##### **Blutdruck-Messung**

Eine Blutdruckmessung erfolgte präklinisch in 98,7% bei einem und in 100% bei zwei Notärzten. Dieser Unterschied ist nicht signifikant. Bei den 1,3 fehlenden Prozent (n=2) handelt es sich möglicherweise um einen Dokumentationsfehler.

Bei zwei vor Ort befindlichen Notärzten erfolgte die Messung in 14,6% durch den sekundären Notarzt. Möglicherweise ist dies auf ein zeitgleiches Eintreffen von primärem und sekundärem Notarzt zurückzuführen. In diesem Falle kann angenommen werden, dass hier eine Parallel-Alarmierung stattfand. Dafür spricht, dass auch der Venenzugang (siehe unten) in 13,8% und die SpO<sub>2</sub>-Messung (siehe unten) in 10,9% erst durch den sekundären Notarzt durchgeführt wurden.

Die Einklemmung eines Patienten könnte das Arbeiten des primären Notarztes am Patienten ebenfalls verzögern, sodass in diesem Fall eine falsch hohe Zahl zeitgleichen Eintreffens entstehen könnte. Diesem Argument ist entgegenzusetzen, dass Maßnahmen wie Blutdruckmessung, SpO<sub>2</sub>-Messung wie auch die Anlage eines Venenzugangs selbst bei eingeklemmten Patienten in den vielen Fällen ohne größeren Zeitverlust möglich sind.<sup>121,122</sup>

Bei einem behandelnden Notarzt zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des besetzten Transportmittels.

##### **SpO<sub>2</sub>-Messung**

Die Messung des SpO<sub>2</sub> ermöglicht einen schnellen Überblick über periphere Sauerstoffsättigung, Herzfrequenz und mögliche Arrhythmien und wird von der aktuellen S3-Leitlinie für Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung befürwortet.<sup>123</sup>

Jeder Patient wurde bei Ankunft im Schockraum mittels SpO<sub>2</sub>-Messung überwacht. Bei zwei behandelnden Notärzten erfolgte die Initiale Überwachung in 10,9% durch den sekundären Notarzt. Dies stützt die beim Blutdruck aufgebrachte These, dass in diesen Fällen primärer und sekundärer Notarzt zeitgleich eintrafen oder erst nach technischer Rettung zeitgleich am Patienten arbeiten konnten.

##### **EKG-Überwachung**

Eine Überwachung mittels EKG fand in fast 100% aller Fälle statt. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen einem und zwei Notärzten.

Bei zwei behandelnden Notärzten wurde die EKG-Überwachung, welche eher erst zum Ende der Diagnostik und Therapie beim Schwerverletzten ansteht (zur Messung der Herzfrequenz wird sehr früh das Pulsoxymeter verwendet), in 31,6% der Fälle durch den sekundären Notarzt begonnen. Da die Anlage eines EKG eher der Überwachung während des Transportes dient, wird dieser Wert nicht als Hinweis auf eine möglicherweise schlechtere Versorgung durch den primären Notarzt gewertet.

## **Kapnometrie / Kapnographie**

Die Kapnometrie (Darstellung des endtidalen CO<sub>2</sub>-Gehalts als Zahlenwert) und die Kapnographie (Darstellung des endtidalen CO<sub>2</sub>-Gehalts als fortlaufende graphische Kurve) zählen zu den wenigen sicheren Möglichkeiten eine endotracheale Tubuslage zu verifizieren. Oesophageale Fehlintonationen werden erkannt und können korrigiert werden. Daher wird dieses apparative Verfahren bei intubierten Patienten als unverzichtbar angesehen.<sup>50</sup> Den Nutzen der Kapnometrie belegen Quoten an oesophagealen Fehlintonationen von ca. 10% bis zu 23% aus dem Paramedic-System.<sup>124,125,126</sup> Bei Durchführung einer Intubation durch Notärzte wurden Fehllagen von bis zu 7% beobachtet.<sup>127</sup> Neben der Tubus-Lagekontrolle ist durch die Kapnometrie die Beatmung besser steuerbar und es können Rückschlüsse auf Änderungen des Herz-Zeit-Volumens gezogen werden. Auch eine Diskonnektion an den Schnittstellen Tubus-Beatmungsschlauch bzw. Beatmungsschlauch-Beatmungsmaschine wird sofort erkannt.<sup>32</sup>

Sofern ein Patient intubiert wurde, erfolgte die Kapnometrie oder Kapnographie bei einem Notarzt in 75,9% und bei zwei Notärzten in 100% aller Fälle. Im Vergleich der genutzten Transportmittel bei nur einem Notarzt zeigt sich, dass bodengebunden transportierte Patienten in 64,3% und luftgebunden transportierte Patienten in 96,8% aller Fälle mit einer Kapnometrie überwacht wurden. Diese Beobachtung ist, wie auch die obige, signifikant.

Wurde bei zwei behandelnden Notärzten durch den primären Notarzt intubiert, erfolgte die Kapnometrie durch diesen in 67,3% der Fälle. Diese Zahl ist ähnlich der Quote bei einem allein versorgenden bodengebundenen Notarzt.

Hierdurch wird deutlich, dass der luftgebundene (und damit auch der sekundäre) Notarzt dieses diagnostische Hilfsmittel deutlich häufiger einsetzte. Zu erklären wäre dies durch die in den Jahren 2007-2011 fehlenden technischen Möglichkeiten auf den bodengebundenen Rettungsmitteln. Direkte Daten aus der Untersuchungsregion zum Zeitpunkt dieser Untersuchung gibt es nicht. Aber Timmermann et al. haben beispielsweise in einer Befragung aus den Jahren 2006/2007 erhoben, dass nur 27,1% der befragten Notärzte die Möglichkeit einer Kapnometrie hatten.<sup>119</sup> In einer anderen Umfrage aus den Jahren 2003/2004 in Bayern wurde festgestellt, dass eine etCO<sub>2</sub>-Messung nur in 32% aller bodengebundenen Rettungsmittel möglich war.<sup>128</sup>

Zu beachten ist, dass die Kapnometrie nach DIN75079 schon ab dem Jahr 2004 auf allen notarztbesetzten Rettungsmitteln zur Verfügung stehen sollte.<sup>32,128</sup>

## **Blutzucker-Messung**

Eine Blutzuckerbestimmung sollte bei jedem bewusstseinsgetrübten Notfallpatienten durchgeführt werden. Mit einem GCS von kleiner oder gleich 12 Punkten ist dieses Kriterium hinreichend erfüllt.<sup>32,22,129</sup> Dennoch erfolgte bei solchen Patienten die BZ-Bestimmung bei einem Notarzt nur in 43,8% und bei zwei Notärzten nur in 50,7% der Fälle. Dieser Unterschied von 6,9% ist nicht signifikant. Bei der Untersuchung von einem Notarzt im Vergleich von Boden und Luft wurde trotz einer Differenz von 15,5% das Signifikanzniveau verfehlt. In diesem Punkt zeigt sich also noch Nachholbedarf bei der Schulung von boden- wie luftgebundenen Notärzten. Zu beachten ist, dass valide Aussagen über die BZ-Bestimmung nur in 73,1% der Fälle vorlagen.

Trotz fehlender signifikanter Unterschiede zwischen einem und zwei Notärzten bei der Messung des Blutzuckers wurde bei zwei Notärzten die Messung in 30,6% durch den sekundären Notarzt veranlasst. Zu diesem Zeitpunkt war in über 85% schon ein Venenzugang vorhanden; daher muss die Frage gestellt werden, weshalb die Messung nicht schon durch den primären Notarzt erfolgte.

### **Zusammenfassung: Unterschiede bei der präklinischen Diagnostik**

Die „apparative Basisdiagnostik“ des Notfallpatienten (RR-Messung, EKG, SpO<sub>2</sub>-Monitoring, ggfs. BZ-Messung<sup>32</sup>) wurde bis auf die Blutzuckermessung bei fast jedem Patienten durchgeführt - unabhängig vom Transportmittel und der Anzahl der behandelnden Notärzte. Die BZ-Bestimmung erfolgte etwa bei jedem zweiten Patienten. Zwischen einem und zwei Notärzten bestand zwar kein signifikanter Unterschied, aber der sekundäre Notarzt hatte einen nicht unerheblichen Anteil an den durchgeführten Messungen. Daher sollte der BZ-Bestimmung insbesondere durch den primären Notarzt mehr Beachtung geschenkt werden

Eine Kapnometrie wurde fast immer und signifikant häufiger bei luftgebundenen Notärzten durchgeführt. Dies wird auf die fehlenden technischen Mittel des bodengebundenen Notarztes im Untersuchungszeitraum zurückgeführt.

Bei zwei behandelnden Notärzten wurde der Blutdruck in 14,6% und die SpO<sub>2</sub> in 10,9% durch den sekundären Notarzt gemessen. Eine Anlage des Venenzugangs erfolgte in 13,8% durch den sekundären Notarzt. Diese Werte könnten in etwa den Anteil der Fälle ausmachen, in denen der primäre und der sekundäre Notarzt etwa zeitgleich am Unfallort eintrafen und folglich eine parallel-Alarmierung (siehe Punkt 4.2.1), bzw. nach technischer Rettung eine zeitgleiche Versorgung des Patienten stattfand.

## **4.3.2. Präklinische Therapie**

### **Zervikalstütze**

Die Protektion der Halswirbelsäule durch eine Zervikalstütze ist eine einfache und schnelle Maßnahme, die meist auch bei eingeklemmten Personen möglich ist. Obwohl Nutzen und Nachteile zurzeit kontrovers diskutiert werden, sollte sie im Untersuchungszeitraum als eine der ersten Maßnahmen bei der Traumaversorgung durchgeführt werden.<sup>50,130</sup>

Nur in wenigen Fällen (z.B. penetrierendes Trauma) kann von der Anlage abgesehen werden. Unter den 15 Patienten mit nicht angelegter Zervikalstütze waren nur drei Patienten mit einem penetrierenden Trauma. Ein Patient hatte ein Alter von 0 Jahren, für das sehr häufig keine Zervikalstütze vorgehalten wird. Zudem sind sehr seltene anatomische oder verletzungsbedingte Besonderheiten der Patienten vorstellbar, die eine Anlage der Zervikalstütze verhindern. Allerdings erscheint die Anzahl von 11 Patienten, bei denen solche anatomischen Besonderheiten vorliegen, sehr hoch. Wahrscheinlicher ist, dass hier nicht an die Zervikalstütze gedacht wurde.

Sofern ein Notarzt die präklinische Behandlung durchführte, wurde die Zervikalstütze in 93,2% angelegt. Bei zwei Notärzten betrug die Quote 97,9%. Hieraus ergab sich eine Differenz von 4,7%, welche mit  $p=0,030$  signifikant war.

Bei zwei behandelnden Notärzten wurde die Zervikalstütze in 35,5% durch den sekundären Notarzt angelegt. Diese Quote erscheint sehr hoch im Hinblick darauf, dass die Anlage eine der ersten Versorgungsmaßnahmen darstellt und auch schon durch die Rettungsassistenten durchgeführt werden kann. Möglicherweise zeigt dies ein Versorgungsdefizit des primären Notarztes. Auch ein Dokumentationsfehler ist nicht gänzlich auszuschließen. Zudem muss auch ein gewisser Anteil dem zeitgleichen Eintreffen der Notärzte zugeschrieben werden.

Da sich bei einem behandelnden Notarzt keine signifikanten Unterschiede in der Anlagequote für Boden und Luft zeigten, es aber einen signifikanten Unterschied zwischen einem und zwei Notärzten gab, kann vermutet werden, dass ein zweiter Notarzt an sich die Wahrscheinlichkeit der Anlage einer Zervikalstütze erhöht (Stichwort: „Vier Augen sehen mehr als zwei“).

### **Vakuummatratze / Spineboard**

Die Anlage einer Vakuummatratze ist beim Schwerverletzten nicht obligat; dient aber dem schonenden Transport bei Verdacht auf Wirbelsäulentrauma und zur Schienung von Extremitätenfrakturen und wurde aufgrund von fehlender Invasivität der Maßnahme für den Studienzeitraum empfohlen.<sup>32</sup> Wie schon erwähnt war das heute sehr gebräuchliche Spineboard im Studienzeitraum noch eher selten. Patienten, die hier mit Spineboard gelagert waren, wurden der Gruppe „Vakuummatratze“ hinzugefügt.

Die Anlage einer Vakuummatratze erfolgte bei einem Notarzt in 85,2% und bei zwei Notärzten in 100%. Dieser Unterschied ist signifikant. Die 100%ige Quote bei zwei Notärzten ist auf die obligate Lagerung des Patienten auf der mitgeführten Vakuummatratze beim Lufttransport im Studienzeitraum zurückzuführen. Dass Patienten ohne Vakuummatratze schlechter versorgt wurden, darf nicht postuliert werden.

Bei zwei behandelnden Notärzten wurde der Patient in 39,5% der Fälle durch den primären Notarzt auf der Vakuummatratze gelagert. Möglicherweise waren dies Patienten, bei denen eine Wirbelsäulenverletzung vermutet wurde. Die restlichen 60,5% der Patienten wurden vom sekundären Notarzt auf der Vakuummatratze gelagert. Hier könnte man postulieren, dass dem primären Notarzt die obligate Lagerung beim Lufttransport bekannt sein sollte und er hier im Sinne des Zeitmanagements schon hätte vorarbeiten können. Dem ist entgegenzuhalten, dass ein schon in der Vakuummatratze gelagerter Patient deutlich schwerer durch den sekundären Notarzt zu untersuchen wäre. Diese zweite Untersuchung wird oft empfohlen, um bisher unentdeckte Verletzungen zu finden.<sup>131</sup> Möglicherweise war die Lagerung auch aufgrund einer Einklemmungs-Situation nicht möglich. Daher ist die seltene Lagerung durch den primären Notarzt nicht als Fehler zu werten. Es sollten im Sinne des Zeitmanagements aber schon durch den nachfordernden Notarzt Vorbereitungen zur Nutzung der Vakuummatratze getroffen werden (Ausrüstung bereitlegen, ggfs. Patienten schon auf der Matratze plazieren).

Ein allein versorgender bodengebundener Notarzt führte die Lagerung auf der Vakuummatratze oder auf dem Spineboard in 77,5% der Fälle durch, der luftgebundene Notarzt in 100%. Auch hier zeigt sich die obligate Lagerung des Patienten beim Lufttransport.

## **Gefäßzugang**

Jeder Patient erhielt präklinisch einen Gefäßzugang vor seiner Einlieferung in den Schockraum. Bei zwei behandelnden Notärzten wurde dieser Zugang in 13,8% durch den sekundären Notarzt angelegt.

Wahrscheinlichster Grund für diese Beobachtung ist das zeitgleiche Eintreffen von primärem und sekundärem Notarzt am Patienten (Parallelalarmierung oder möglicherweise nach technischer Rettung). Zu diskutieren wäre, dass der primäre Notarzt aufgrund schlechter Venenverhältnisse nicht in der Lage war, einen intravenösen Zugang zu etablieren. Obwohl seit dem Jahr 2004 etwa 97% aller in Bayern stationierten Notarztfahrzeuge die Ausrüstung zur intraossären Punktion vorhielten<sup>128</sup>, ist ungewiss ob im Untersuchungszeitraum die bodengebundenen Notärzte und Rettungsassistenten in dieser Technik ausgebildet waren und sie einsetzen. Da die Anlage eines intravenösen Zugangs im Notarztfragebogen sowie im Notarztprotokoll abgefragt wurden, scheint ein Dokumentationsfehler unwahrscheinlich zu sein.

## **Analgesie**

In nur ganz wenigen Fällen (Schmerzfreiheit, Reanimationssituation) sollte präklinisch auf eine Analgesie verzichtet werden.<sup>50</sup> Daher ist die Beobachtung, dass bei zwei Notärzten signifikant häufiger (88,0% zu 98,4%) eine Analgesie durchgeführt wurde beachtenswert. Da im Notarztprotokoll sowie im Notarztfragebogen nach einer durchgeführten Analgesie gefragt wurde, erscheint eine so hohe Quote an Dokumentationsfehlern unwahrscheinlich. Die vorliegenden Daten legen also nahe, dass ein allein versorgender Notarzt deutlich seltener eine Analgesie durchführt.

Dass diese Werte einer fehlenden Analgesie nicht unwahrscheinlich sind, zeigt die Untersuchung von Schüttler et al. Dort erhielten 61% der schwer verletzten Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma keine Analgesie, sondern wurden ausschließlich sediert.<sup>36</sup>

Sofern präklinisch eine Analgesie durchgeführt wurde, erfolgte sie bei zwei Notärzten in 23,9% durch den sekundären Notarzt. Zu beachten ist hier, dass in 13,8% auch ein Zugang erst durch einen sekundären Notarzt angelegt wurde. Es kann also auch hier beobachtet werden, dass eine „Standardmaßnahme“ noch relativ häufig erst durch den sekundären Notarzt durchgeführt wird.

Bei einem behandelnden Notarzt haben der Boden- wie der Luftgebundene in etwa 88% eine Analgesie durchgeführt. Damit ist die Quote der Analgesie bei zwei Notärzten signifikant höher als bei einem Notarzt, unabhängig von dessen Transportmittel. Hier scheint der positive Einfluss also ebenfalls nicht durch das Transportmittel, sondern durch einen sekundären Notarzt bedingt zu sein.

## **Intubation**

Der Nutzen der Intubation liegt in der kontrollierten Ventilation und Oxygenierung der Traumapatienten bei größtmöglichem Aspirationsschutz. Klassische Indikationen zur Narkose mit Intubation und Beatmung sind Apnoe, Hypoxie trotz Sauerstoffgabe, Vigilanzstörungen (z.B. Schädel-Hirn-Trauma mit GCS  $\leq$  8), traumaassoziierte hämodynamische Instabilität und schwere Thoraxtraumata mit Hypoxie; aber auch nicht anderweitig beherrschbare Schmerzen.<sup>50</sup>

Bei einem präklinisch behandelnden Notarzt erfolgte die Intubation in 60,2% der Fälle, bei zwei behandelnden Notärzten in 74,6% der Fälle. Dies bedeutet eine signifikante Differenz von 14,4%. Hatte der Patient bei Eintreffen des Notarztes einen GCS  $\leq$  8 Punkte, so erfolgte die Intubation bei einem Notarzt in 90,2% und bei zwei Notärzten in 98,8% der Fälle. Dieser Unterschied von 8,6% ist ebenfalls signifikant.

Mehrere Gründe könnten diese Beobachtung erklären: Zum einen besteht bei den nachgeforderten RTH-Notärzten eine größere Routine in dieser Maßnahme (siehe die Zahlen aus Punkt 4.2.3), zum anderen sollte beim Lufttransport aufgrund begrenzter Möglichkeiten während des Fluges die Indikation zur Intubation großzügiger gestellt werden. Auch die Beobachtung, dass bei zwei Notärzten signifikant häufiger ein schweres Thoraxtrauma vorlag, könnte die häufigeren Intubationen erklären. Ebenso beschreiben andere Arbeiten eine erhöhte Intubationsquote bei zwei behandelnden Notärzten.<sup>99</sup>

Von allen intubierten Patienten wurden, sofern zwei Notärzte vor Ort waren, 40,0% durch den primären Notarzt durchgeführt. Die restlichen 60,0% erfolgten durch den sekundären Notarzt. Diese Zahlen lassen vermuten, dass der primäre Notarzt in einigen Fällen bewusst auf den sekundären Notarzt gewartet hat, damit dieser die Intubation durchführt. Dies deckt sich mit Beobachtungen von Gries et al., die an 90 "polytraumatisierten" Patienten (86,2% davon intubiert, wenn zwei Notärzte vor Ort waren) beobachtet haben, dass 70% aller Intubationen erst durch den sekundären Notarzt durchgeführt wurden.<sup>99</sup>

Bei der Behandlung durch einen Notarzt wurde durch den bodengebundenen Notarzt in 57,1% und den luftgebundenen Notarzt in 66,7% der Fälle intubiert. Dieser Unterschied ist mit  $p=0,240$  nicht signifikant; wahrscheinlich aufgrund zu geringer Fallzahlen. Dennoch wurde beobachtet, dass der luftgebundene Notarzt häufiger intubiert als der bodengebundene Notarzt. Mögliche Gründe sind auch hier die größere Erfahrung sowie die Durchführung als Vorsichtsmaßnahme, da dies im Flug nicht mehr möglich wäre.

In einer Untersuchung von Gries et al. wurden Maßnahmen von allein behandelnden RTH-Notärzten mit RTH-Einsätzen verglichen, in denen schon ein bodengebundener Notarzt vor Ort war. Hier wurde festgestellt, dass die Quote an Intubationen signifikant höher war, wenn zwei Notärzte an der Behandlung beteiligt waren. Als möglicher Grund wurde der zweite Notarzt an sich angeführt, der der Meinung sein könnte, dass invasive Maßnahmen von ihm erwartet würden. Auch in der vorliegenden Untersuchung wurde beobachtet, dass der luftgebundene Notarzt häufiger eine Intubation durchführte, wenn er nachgefordert wurde.<sup>99</sup>

### **Thoraxdrainage**

Bei einseitig fehlendem Atemgeräusch, Symptomen einer respiratorischen Störung, Zeichen der oberen Einflusstauung und arterieller Hypotension sollte ein Spannungspneumothorax angenommen werden, der primär mittels Nadeldekompression und im weiteren Verlauf mittels Anlage einer Thoraxdrainage zu behandeln ist.<sup>50</sup>

Der Nutzen einer prophylaktischen Anlage einer Thoraxdrainage bei Thoraxtrauma ohne klinische Zeichen eines Pneumothorax wird durch die aktuelle Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung nicht gesehen. Eine prophylaktische Anlage bei beatmeten Patienten mit klinischen Zeichen eines Pneumothorax sollte laut Leitlinie durchgeführt werden. Bei nicht beatmeten Patienten mit Verdacht auf einen Pneumothorax wird eine engmaschige Überwachung empfohlen.<sup>123</sup>

Eine Thoraxdrainage wurde bei einem Notarzt in 8,5% der Fälle und bei zwei Notärzten in 22,4% der Fälle angelegt. Dieser Unterschied ist signifikant und beträgt 13,9%. Bei einem schweren Thoraxtrauma zeigt sich ebenfalls, dass durch zwei Notärzte um 15,9% signifikant häufiger eine Thoraxdrainage angelegt wurde. Generell geschah dies beim schweren Thoraxtrauma in 25,4% der Fälle.

Diese Beobachtungen könnten ebenfalls mit einer größeren Routine und besseren Ausbildung des sekundären bzw. des luftgebundenen Notarztes erklärt werden. Diese Annahme wird bestärkt durch die Betrachtung der Patienten, die nur durch einen Notarzt therapiert wurden: Bei einem Notarzt im Vergleich zwischen Boden und Luft zeigt sich ein Unterschied zwischen beiden Gruppen von 9,7% (5,4% zu 15,1%), welcher mit  $p=0,038$  signifikant ist.

Bei zwei behandelnden Notärzten wurde zudem auch signifikant häufiger intubiert, was die Wahrscheinlichkeit der Notwendigkeit einer Thoraxdrainage weiter erhöht.

Interessant ist die Betrachtung des Anteils der angelegten Thoraxdrainagen vom primären Notarzt: Dieser Betrag 4,8%. Die restlichen 95,2% erfolgten durch den sekundären Notarzt. In der Untersuchung von Gries et al.<sup>99</sup> wurde sogar beobachtet, dass 100% aller angelegten Thoraxdrainagen durch den sekundären Notarzt durchgeführt wurden. Dies zeigt, dass die Indikation zur Anlage einer Thoraxdrainage entweder fast immer durch den sekundären Notarzt gestellt wurde oder der primäre Notarzt diese Maßnahme dem sekundären Notarzt bewusst überlassen hat. Möglich ist in einigen Fällen auch, wie oben schon diskutiert, dass der primäre Notarzt vor Ankunft des sekundären Notarztes keine Zeit mehr zu dieser Maßnahme hatte.

In der Notaufnahme des UKR wurde bei 16,3% aller Patienten, die präklinisch keine Thoraxdrainage erhielten, eine solche angelegt. Bei Patienten mit einem schweren Thoraxtrauma betrug diese Quote 26,3%. Wurde der Patient präklinisch von einem anstelle von zwei Notärzten versorgt, erfolgte die klinische Anlage einer Thoraxdrainage häufiger: bei allen Patienten um 6,9% ( $p=0,109$ , Chi-Quadrat-Test) und bei Patienten mit einem schweren Thoraxtrauma um 12,8% ( $p=0,079$ , Chi-Quadrat-Test). Diese Daten untermauern, dass hier ein Versorgungsdefizit, insbesondere bei allein behandelnden Notärzten, vorliegt. Diese Zahlen zeigen zudem, dass die Indikation zur Anlage einer Thoraxdrainage bei zwei Notärzten besser eingeschätzt wird als durch einen Notarzt.

## **Frakturreposition**

Der Nutzen einer Reposition ist die Sicherstellung der lokalen und peripheren Durchblutung und nervalen Versorgung. Sollten Durchblutung und nervale Versorgung trotz Fehlstellung adäquat vorhanden sein, so kann nach der aktuellen Leitlinie „Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung“ auf eine Reposition der Extremität verzichtet werden.<sup>123</sup>

Sofern präklinisch eine Fraktur diagnostiziert wurde, wurde sie in insgesamt 45,9% aller Fälle reponiert. Zu beachten ist hier, dass nicht jede präklinische Fraktur reponiert werden kann (z.B. Rippenfraktur) oder muss (siehe oben). Die Variable wurde daher nur auf Frakturen angewandt, die auch zu reponieren gewesen wären.

Bei einem Notarzt erfolgte die Reposition in 35,5% und bei zwei Notärzten in 53,6%. Damit erfolgte sie bei zwei Notärzten mit  $p=0,030$  signifikant häufiger mit einer Differenz von 22,1%.

Bei zwei Notärzten erfolgte eine Reposition nur in 31,1% durch den primären Notarzt. Die restlichen 68,9% erfolgten durch den sekundären Notarzt; signifikant häufiger. Mögliche Gründe hierfür: Zum einen könnte die Fraktur erst durch den sekundären Notarzt diagnostiziert worden sein, zum anderen könnte die Reposition vorher nicht möglich gewesen sein (z.B. wegen Einklemmung im Fahrzeug oder dringenderen Maßnahmen). Bei diesem großen beobachteten Unterschied bleibt aber vor allem zu vermuten, dass der primäre Notarzt die Reposition dem sekundären Notarzt überließ. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich in einer Untersuchung von Gries et al. Hier wurden 82% aller Repositionen durch den nachgeforderten Notarzt durchgeführt (n=11 Repositionen bei Gries et al., n=67 Repositionen in dieser Untersuchung).<sup>99</sup>

Der Unterschied zwischen boden- und luftgebundenem alleinigen Notarzt (37,0% zu 31,2%, n=62) ist nicht signifikant. Interessant ist jedoch der Unterschied zwischen den alleinigen luftgebundenen Notärzten (31,2%) und dem sekundären Notarzt (53,6%) - auch hier kann vermutet werden, dass zwei Notärzte einen positiven Einfluss auf die Reposition haben.

## **Zusammenfassung: Unterschiede bei der präklinischen Versorgung**

Erfreulich ist die insgesamt hohe Quote an angelegten Zervikalstützen (93,2%), des Gefäßzugangs (100%), der Analgesie (93,5%) und der Intubation bei deutlich vermindertem GCS (95,2%). Verbesserungspotenzial besteht bei Frakturrepositionen (45,9%) sowie bei der Anlage von Thoraxdrainagen bei schwerem Thoraxtrauma (25,4% präklinisch angelegt, 26,3% zusätzlich innerklinisch angelegt).

Es zeigte sich, dass alle hier geprüften Therapiemaßnahmen mit Ausnahme des Gefäßzugangs signifikant häufiger durchgeführt wurden, wenn zwei Notärzte an der Behandlung des Patienten beteiligt waren.

Bei eingehenderer Betrachtung kann vermutet werden, dass durch die Tatsache, dass der Patient durch zwei Ärzte behandelt wurde, die Rate an Analgesie, Reposition einer Fraktur und Anlage einer Zervikalstütze erhöht wurde. Auch für die Intubation gibt es diskrete Hinweise, dass ein hinzugerufener Notarzt die Wahrscheinlichkeit einer Intubation erhöht.

Die Tatsache, dass ein sekundärer Notarzt immer luftgebunden operiert, könnte die höhere Quote an Intubationen, Thoraxdrainagen und verwendeten Vakuummatratzen erklären.

Zudem liegt die Vermutung nahe (siehe Punkt 4.2.3), dass das Durchführen einer Intubation, einer Reposition und die Anlage einer Thoraxdrainage in einigen Fällen bewusst dem nachgeforderten Notarzt überlassen wurde. Insbesondere dieser Punkt ist interessant, da er nochmals darauf hinweist, dass ein sekundärer Notarzt nicht nur wegen der Möglichkeit des Lufttransports angefordert wird.

### **4.3.3.Outcome**

#### **Auswirkungen auf die präklinische Zeit**

Das „Eckpunktepapier 2016 zur notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Prähospitalphase und in der Klinik“ stellt die Forderung, dass 60 Minuten nach Notrufeingang die Klinikaufnahme erfolgen sollte, und unterstützt damit das in den 70er Jahren von Cowley aufgebrachte (aber nie belegte) Konzept der „Golden Hour“. Eine Notfalloperation sollte innerhalb von 90 Minuten nach Notrufeingang begonnen werden können.<sup>132,133</sup>

Trotz dieser Zielvorgaben ist anzumerken, dass aktuell kein Konsens besteht, in welchem Maße sich die präklinische Zeit auf das weitere Outcome des Patienten auswirkt. Sicher belegt wurde ein Überlebensvorteil durch kurze präklinische Zeiten nur bei Patienten mit penetrierenden Verletzungen oder nicht komprimierbaren Massenblutungen.<sup>99,134,135,136</sup> Mehrere Studien (unter anderem Kleber et al. an über 20.000 Patienten aus dem TraumaRegister) konnten zeigen, dass eine verlängerte präklinische Zeit bei stumpfen Verletzungen keine negativen Auswirkungen auf das Outcome hatte.<sup>133,137,138,139</sup>

Die gesamte präklinische Zeit betrug bei einem Notarzt im Mittel 73,5 Minuten und bei zwei Notärzten 92,1 Minuten. Diese beiden Zahlen liegen deutlich über den geforderten 60 Minuten. Aus ihnen ergibt sich ein signifikanter ( $p < 0,001$ ) Mittelwertunterschied von 18,6 Minuten. Bei der Versorgungszeit wurden bei einem Notarzt 35,5 Minuten und bei zwei Notärzten 48,9 Minuten beobachtet. Auch dieser Mittelwertunterschied von hier 15,3 Minuten ist mit  $p < 0,001$  signifikant.

Gesamt- wie Versorgungszeit verlängern sich also bei zwei Notärzten signifikant um etwa den gleichen Wert - ca. 17 Minuten. Daraus kann gefolgert werden, dass die Zeitverzögerung bei zwei Notärzten der längeren Versorgungszeit geschuldet ist.

Bei der genauen Betrachtung der Versorgungszeit bei zwei Notärzten zeigt sich, dass der primäre Notarzt mit 25,9 Minuten eine Versorgungszeit aufweist, die „nur“ 7,6 Minuten unter der regulären Versorgungszeit eines allein behandelnden Notarztes (33,5 Minuten) liegt.

Trotz dieser Vorversorgungszeit beträgt die durchschnittliche Versorgungszeit des nachgeforderten Notarztes noch einmal 29,4 Minuten. Abzüglich der „normalen“ Versorgungszeit von einem alleinigen Notarzt zeigt sich, dass die gesamte Versorgung des primären Notarztes einen „Zeitgewinn“ für den sekundären Notarzt von nur 4,1 Minuten bedeutet. Als mögliche Begründung wurde bei Punkt 4.2.3 schon angeführt, dass der primäre Notarzt in der ihm zur Verfügung stehenden Zeit weniger Maßnahmen durchführt, als er durchführen würde, wenn er den Patienten komplett alleine zu versorgen hätte.

Die Zeitdauer von Alarm für den nachgeforderten RTH bis zur Ankunft am Patienten ist anhand der vorliegenden Daten nicht zu entnehmen. Allerdings gibt es für Christoph Regensburg Daten von Taeger et al. aus den Jahren 2001-2004.<sup>59</sup> Aus diesen ist zu entnehmen, dass die Vorlaufzeit plus die Zeit des Anfluges am Tag ca. 15 Minuten (n=1268) und in der Nacht ca. 28 Minuten (n=180) betragen. Subtrahiert von der Zeit der Allein-Versorgung des primären Notarztes (22,5 Minuten am Tag, 34,7 Minuten in der Nacht) ergibt sich aus diesen Daten, dass der sekundäre Notarzt am Tag wie in der Nacht nach etwa 7,1 Minuten nachgefordert wurde. Die längere Allein-Versorgung in der Nacht lässt sich demnach durch die verlängerte Vorlaufzeit des RTH und eine verlängerte Zeit von Start bis Landung (bei oft weiteren Distanzen in der Nacht<sup>104</sup>) erklären.

Dies wäre eine erfreulich kurze Zeitdauer, da Gries et al. eine durchschnittliche Zeitdauer bis zur Nachforderung von  $17 \pm 15$  Minuten beobachtet haben.<sup>99</sup> Zimmermann et al. hatten in einer Untersuchung aus Regensburg beobachtet, dass in der Nacht im Median sogar 22 Minuten vergingen bis ein Luftrettungsmittel nachgefordert wurde.<sup>140</sup>

Im „Exkurs: Präklinische Zeiten bei einem Notarzt abhängig vom Transportmittel“ konnte gezeigt werden, dass in dem hier beobachteten Kollektiv kein signifikanter Unterschied in den präklinischen Zeiten zwischen der luft- und bodengebundenen Rettung bestand sofern nur ein Notarzt an der Behandlung beteiligt war.

Neben einigen Studien, in denen durch die Luftrettung ein Zeitvorteil beobachtet wurde (z.B. Weninger<sup>34</sup>), werden in vielen Studien und im TraumaRegister sehr häufig längere Versorgungszeiten bei der Luftrettung beobachtet.<sup>49,137,140</sup> Hier kann vermutet werden, dass dieser Zeitunterschied ebenfalls auf eine hohe Quote an unentdeckten oder unbeachteten Nachforderungen der Luftrettung zurückzuführen ist, da nach den vorliegenden Daten ein allein versorgender, luftgebundener Notarzt keine Verlängerung der Zeiten bewirkt.

### **Unadjustierte Letalität**

Insgesamt beträgt die unadjustierte Letalität im untersuchten Patientenkollektiv 19,5% und deckt sich in etwa mit den Angaben aus der Literatur bei ähnlicher Verletzungsschwere.<sup>5,6,8,9</sup> Differenziert nach der Anzahl der Notärzte zeigt sich, dass die Letalität bei einem Notarzt 5,2% über der von zwei Notärzten liegt (22,3% zu 17,1%, n=70 Verstorbene). Diese Beobachtung ist jedoch mit  $p=0,216$  nach dem Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

Zu beachten ist insgesamt, dass hier wie in vielen Studien nur Letalitätsraten von Patienten betrachtet werden, die das Krankenhaus lebend erreichen.<sup>141</sup> Dennoch sterben heutzutage etwa 40% aller Patienten noch am Unfallort, Tendenz allerdings sinkend.<sup>142</sup> Dies stellt eine deutliche Verbesserung zu früheren Zeiten dar - Otte et al. geben zum Beispiel für die 90er Jahre an, dass von allen im Straßenverkehr getöteten Personen 78,8% noch an der Unfallstelle verstarben.<sup>143</sup>

### **Tatsächliche Letalität im Vergleich zur vorhergesagten Letalität**

Die adjustierte Letalität als Vergleich von tatsächlicher Letalität mit der Prognose ist der wichtigste Outcome-Parameter, da dieser Störfaktoren wie eine unterschiedliche Verletzungsschwere eliminiert.

Insgesamt ist die hier beobachtete Letalität um 6,1% geringer als durch den RISC vorhergesagt wurde. Auch im TraumaRegister zeigte sich in den letzten Jahren, dass die tatsächliche Prognose besser ist als die errechnete - allerdings dort nur um ca. 2%. Ob die bessere Prognose nun durch präklinische oder klinische Einflüsse zurückzuführen ist, kann hier nicht geklärt werden.

Bei einem behandelnden Notarzt beträgt die Differenz zwischen beobachteter und erwarteter Letalität 3,5% und liegt noch innerhalb des 95%-Konfidenzintervalls vom RISC. Bei zwei Notärzten ist die Differenz mit 8,4% mehr als doppelt so groß und liegt außerhalb des 95%-Konfidenzintervalls vom RISC. Auch die SMR ist für zwei Notärzte günstiger als für einen Notarzt (0,673 bei zwei Notärzten zu 0,864 bei einem Notarzt), eine Signifikanz für eine bessere SMR besteht bei  $p=0,244$  jedoch nicht.

Die Untersuchung der SMR zeigt außerdem, dass diese im Vergleich von einem bodengebundenen (0,910) zu einem luftgebundenen Notarzt (0,756) für den letztgenannten günstiger ausfällt. Im Vergleich von einem luftgebundenen (0,756) zu zwei Notärzten (0,673) zeigt sich ein Überlebensvorteil bei zwei Notärzten. Zu beachten ist, dass in beiden Fällen keine Signifikanz für diese Beobachtungen besteht.

Es könnte trotz fehlender Signifikanzen vorsichtig angenommen werden, dass nicht nur der luftgebundene Notarzt einen Prognose-verbessernden Faktor darstellt, sondern dass er, wenn dieser als sekundärer Notarzt angefordert wurde, die Prognose noch weiter begünstigen könnte. Möglicher Grund wäre eine doppelte Untersuchung des Patienten mit einer einhergehenden höheren Chance, bisher unentdeckte aber kritische Diagnosen zu stellen und entsprechend zu reagieren. Teilweise wurde zum Beispiel von Notärzten berichtet, dass der primäre Notarzt einen Spannungspneumothorax übersehen hatte. Eine Signifikanz für diese Ergebnisse konnte jedoch nicht beobachtet werden.

Es gibt zahlreiche Untersuchungen, die das Outcome von Patienten der Boden- und der Luftrettung vergleichen. Zumeist wird ein Überlebensvorteil für die Gruppe der Luftrettung gefunden. Dieser Vorteil wird vor allem auf Zeitvorteile, das „bessere Zielkrankenhaus“, aggressivere präklinische Therapie und Ausbildungs- und Erfahrungsvorteile des RTH-Teams zurückgeführt.<sup>34,49,115,144,145</sup>

Zeitvorteile können anhand dieser Daten für die Luftrettung nicht geltend gemacht werden. Auch das Zielkrankenhaus war im untersuchten Patientenkollektiv identisch. Es konnte hier aber festgestellt werden, dass RTH-Notärzte tatsächlich mehr Maßnahmen durchführten und eine größere Berufserfahrung hatten.

### **Multiorganversagen**

Insgesamt entwickelten 41,6% aller betrachteten Patienten ein Multiorganversagen. Dass diese Zahlen nicht unrealistisch sind, zeigen Daten einer Untersuchung von Fröhlich et al. mit ähnlichem Patientengut. Hier entwickelten 32,7% der über 30.000 untersuchten Patienten im Behandlungsverlauf ein Multiorganversagen.<sup>146</sup>

Wurde ein Patient von zwei Notärzten behandelt, entwickelte dieser signifikant häufiger ein Multiorganversagen (+13,9%). Bei der Betrachtung nur eines Notarztes besteht kein Unterschied zwischen einem bodengebundenem und einem luftgebundenen Notarzt.

Zu erklären wäre die Beobachtung des häufigeren Multiorganversagens bei zwei Notärzten zum einen durch die schwereren Verletzungen, abgebildet durch die AIS. Zum anderen zeigten die Patienten von zwei behandelnden Notärzten schon initial schlechtere GCS-Werte (Organversagen ZNS) und waren signifikant häufiger intubiert. Die Intubation mit tiefer Narkose bei Traumapatienten geht oft mit einer notwendigen Katecholaminunterstützung einher (Organversagen Herz/Kreislauf)<sup>147</sup>. Gestützt wird diese Erklärung für die häufigeren Multiorganversagen dadurch, dass die Organsysteme ZNS und Herz/Kreislauf bei zwei Notärzten tatsächlich signifikant häufiger betroffen waren als bei einem Notarzt.

### **Glasgow Outcome Scale**

51,5% aller Patienten konnten das Krankenhaus in einem Status „Gut erholt“ verlassen. Schwer behindert oder in einem PVS verließen 14,9% aller Patienten das Krankenhaus. Im TraumaRegister beträgt der Anteil der "gut erhaltenen" Patienten für die letzten 10 Jahre im Basis-Kollektiv 64,0%. Als schwer behindert oder mit einem PVS waren 10,7% der Daten deklariert. Auch hier ist zu beachten, dass im TraumaRegister andere Einschlusskriterien galten.<sup>52</sup>

Im Vergleich von einem zu zwei Notärzten zeigte sich, dass die Patienten bei zwei Notärzten um 10% signifikant häufiger als „schwer behindert“ eingestuft wurden. In den anderen Kategorien, besser wie schlechter, dominiert dafür ein Notarzt. Insbesondere hat dieser eine höhere, aber nicht signifikante, Quote an verstorbenen Patienten. Angemerkt sei nochmals, dass es zwar keine signifikanten Unterschiede in den AIS-Werten des Kopfes bei einem und zwei Notärzten gab, der initiale GCS-Wert aber bei zwei Notärzten schlechter war als bei einem behandelnden Notarzt.

### **Zusammenfassung: Unterschiede beim Outcome**

Bei der Behandlung durch zwei Notärzte zeigt sich eine deutliche Verlängerung der gesamten präklinischen Zeit und auch der Versorgungszeit. Der primäre Notarzt scheint kaum einen Zeitvorteil für den hinzugerufenen Notarztes darzustellen.

Es kann angenommen werden, dass sich ein zweiter Notarzt positiv auf die Letalität der Patienten auswirkt - möglicherweise aufgrund seiner größeren Erfahrung, einem insgesamt "zweiten Blick" und den häufiger durchgeführten invasiven Maßnahmen.

Trotz der geringeren Letalität wurde bei zwei Notärzten signifikant häufiger die Entstehung eines Multiorganversagens beobachtet. Zu erklären ist dies durch die beobachteten schwereren Verletzungen.

Beim Vergleich des GOS konnte keine Anzahl von Notärzten als vorteilig gelten.

## 5. Zusammenfassung

Die präklinische Traumaversorgung nimmt aufgrund ihrer Häufigkeit, ihrer Folgen für die Patienten und ihrer volkswirtschaftlichen Relevanz einen zentralen Platz in der Notfallmedizin ein.

Dass ein Traumapatient präklinisch von zwei Notärzten behandelt wird, ist in Deutschland nicht ungewöhnlich. Über den Einfluss eines zweiten Notarztes auf präklinische Diagnostik, Therapie und Outcome ist aktuell wenig bekannt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, diesen Einfluss zu untersuchen und festzustellen, wie häufig und weshalb zwei Notärzte an der Traumaversorgung beteiligt waren.

Hierzu wurden Daten von 359 schwer verletzten Patienten mit einem ISS  $\geq$  16 ausgewertet, die im Zeitraum 09/2007 bis 12/2011 am überregionalen Traumazentrum „Universitätsklinikum Regensburg“ behandelt wurden. Die Datenerhebung geschah durch die Doktoranden vor Ort im Schockraum und stützte sich vor allem auf das Notarzteinsatzprotokoll sowie auf einen eigens entwickelten Fragebogen für den zubringenden Notarzt.

Das Patientengut war zu  $\frac{2}{3}$  männlich mit einem Durchschnittsalter von 39,7 Jahren. Die häufigste Traumaursache stellten Verkehrsunfälle dar und in fast allen Fällen lagen stumpfe Traumata vor. Bei einem Durchschnitts-ISS von 32,1 Punkten wurde eine Letalität von 19,5% beobachtet.

Im Vergleich der Patienten, die von einem Notarzt bzw. zwei Notärzten behandelt wurden, zeigten sich keine Unterschiede in Alter, Geschlecht, Gesamtverletzungsschwere nach ISS und NISS oder Überlebenswahrscheinlichkeit nach RISC. Tendenziell wurden Motorradfahrer häufiger von zwei Notärzten behandelt. Zudem waren bei einer Behandlung durch zwei Notärzte gewisse Körperregionen nach der AIS-Codierung signifikant schwerer und häufiger schwer verletzt. Für luftgebundene Notärzte konnte eine signifikant längere Berufs- und höhere Einsatzerfahrung nachgewiesen werden.

Bei der präklinischen Diagnostik wurden RR-Messung, EKG und SpO<sub>2</sub>-Monitoring in fast allen Fällen unabhängig von der Anzahl der Notärzte und Transportmittel durchgeführt. Auch bei der BZ-Messung bewusstseinsgetrübter Patienten gab es keine signifikanten Unterschiede. Sie wurde aber nur in 47,2% durchgeführt. Eine kapnometrische Überwachung intubierter Patienten war bei bodengebundenen Notärzten signifikant seltener zu finden und ist am ehesten auf eine fehlende Ausstattung zurückzuführen.

Sämtliche untersuchten therapeutischen Maßnahmen wurden bei Anwesenheit von zwei Notärzten signifikant häufiger durchgeführt. Der Gefäßzugang wurde als einzige Ausnahme immer durchgeführt. Die höhere Quote an Intubationen, Thoraxdrainagen und verwendeten Vakuummatratzen bei zwei Notärzten kann vor allem auf die größere Erfahrung der Notärzte und die Besonderheiten des Lufttransportes zurückgeführt werden. Die häufiger durchgeführten Zervikalprotektionen, Analgesien und Frakturpositionen sind am ehesten auf die Anwesenheit eines zweiten Notarztes an sich zurückzuführen. Bei zwei behandelnden Notärzten zeigte sich, dass der primäre Notarzt eine mögliche Intubation, eine Thoraxdrainage oder Frakturposition häufig dem sekundären Notarzt überließ.

Im Fall von zwei Notärzten verlängerten sich die präklinische Gesamtzeit und die Versorgungszeit signifikant um etwa 17 Minuten. Trotz einer relativ langen Versorgungszeit durch den primären Notarzt ergibt sich kaum ein Zeitgewinn für den sekundären Notarzt. Die Nachforderung des sekundären Notarztes geschah mit ca. 7,1 Minuten am Tag wie in der Nacht erfreulich schnell.

Die beobachtete Letalität war bei einem wie bei zwei Notärzten geringer als durch den RISC prognostiziert. Es zeigte sich ein nicht signifikanter, geringer Vorteil von zwei Notärzten gegenüber einem Notarzt. Gleichzeitig trat bei zwei Notärzten signifikant häufiger ein Multiorganversagen auf. Dies beruht höchstwahrscheinlich auf den unterschiedlichen Verletzungen beider Patientengruppen. Der GOS zeigt keine klinisch relevanten Unterschiede.

Es zeigte sich, dass mit 53,8% mehr als die Hälfte aller Patienten präklinisch von zwei Notärzten versorgt wurden. In der Luftrettung lag der Anteil von zwei Notärzten versorgter Patienten bei 78,1%. Aufgrund von regionalen und infrastrukturellen Besonderheiten der Untersuchungsregion Ostbayern können diese Werte nicht ohne weiteres auf andere Regionen, insbesondere Ballungsgebiete, übertragen werden. Dennoch ist anzunehmen, dass der deutschlandweite Anteil von zwei behandelnden Notärzten beim schweren Trauma nicht unerheblich ist.

Es scheint sich hier meist um Nachforderungen von bodengebundenen Notärzten zu handeln, die den Geschwindigkeitsvorteil der Luftrettung in einer ländlich geprägten Region mit wenigen überregionalen Traumazentren nutzen wollten (Nachforderung zum Transport). Diese Begründung ist in der Literatur bisher die fast ausschließliche Erklärung. Da hier gezeigt wurde, dass der luftgebundene Notarzt signifikant mehr Erfahrung besitzt und signifikant häufiger invasive Maßnahmen durchführt als der nachfordernde Notarzt, liegt es nahe, dass es auch Nachforderungen gab um indizierte Maßnahmen von einem erfahreneren Notarzt durchführen zu lassen (Nachforderung zur qualifizierten Versorgung). Hier handelt es sich insbesondere um Intubationen und Thoraxdrainagen, die der nachfordernde Notarzt dem zweiten Notarzt überlässt. In etwa 6-8% aller Einsätze scheinen primärer und sekundärer Notarzt gleichzeitig am Patienten eingetroffen zu sein.

Der schwer verletzte Patient gehört mindestens in ein regionales Traumazentrum, die verständlicherweise in der Fläche nur begrenzt zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund ist der Anteil der Luftrettung an der Traumaversorgung schon jetzt in der Studienregion sehr hoch. Viele bodengebundene Notarzteinsätze wären obsolet, wenn bei entsprechender Indikation sofort, auch in der Nacht, ausschließlich ein luftgebundener Notarzt alarmiert würde und durch die Notfallsanitäter mit ihren erweiterten Befugnissen eine Anfangsversorgung stattfinden würde. Mit diesem Hintergrund sollte das aktuelle Konzept der Traumaversorgung überdacht werden.

Sofern ein bodengebundener Notarzt vor Ort und in der Nähe eines Traumazentrums ist, könnte eine bessere Ausbildung- und Inübunghaltung der invasiven Maßnahmen die Anzahl der Nachforderungen reduzieren helfen.

## 6. Anhang

### Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AIS	Abbreviated Injury Scale
BGA	Blutgasanalyse
BoLuS – Studie	Studie: Bodengebundener und Luftgestützter Notarztdienst in Hessen – multizentrische systemübergreifende Schnittstellenanalyse
BZ	Blutzucker
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
DRF	Deutsche Rettungsflugwacht
GCS	Glasgow Coma Scale
GOS	Glasgow Outcome Scale
Hb-Wert	Hämoglobin-Wert
HEMS-Crew-Member	Helicopter Emergency Medical Services Crew Member
ISS	Injury Severity Score
ITH	Intensivtransporthubschrauber
MAIS	Maximum-AIS
NA	Notarzt
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
NAW	Notarztwagen
NEF	Notarzt-Einsatzfahrzeug
NISS	New Injury Severity Score
PTT	Partielle Thromboplastinzeit
PVS	Persistent Vegetative State
RISC	Revised Injury Severity Classification Score
RTH	Rettungshubschrauber
RTW	Rettungswagen
SMR	standardized mortality ratio
SpO2	pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung des Blutes
TARN	Trauma Audit and Research Network
TRISS	Trauma And Injury Severity Score
UKR	Universitätsklinikum Regensburg
ÜRTZ	Überregionales Traumazentrum (Alternativ: ÜTZ)
VU	Verkehrsunfall
WHO	World Health Organization

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teile der Rettungskette. Erstellt vom Autor.....	- 6 -
Abbildung 2: Standorte der Rettungshubschrauber und deren Einsatzradius. Stand 2015 (© ADAC). Available from: <a href="http://www.ADAC.de">www.ADAC.de</a> .....	- 7 -
Abbildung 3: Regierungsbezirke in Bayern. Die Region Ostbayern wird aus den Regierungsbezirken Niederbayern und Oberpfalz gebildet. Regensburg ist in der südlichen Oberpfalz gelegen (© Ernst Klett Verlag GmbH). Available from: <a href="http://www.mr-kartographie.de">www.mr-kartographie.de</a> .....	- 11 -
Abbildung 4: Polytrauma-Team der Datenerhebung 2010 / 2011 und Telefonnummer. Dieser Aushang hing an mehreren Stellen der Notaufnahme und insbesondere im Schockraum aus. Erstellt von Timo Bodenschatz.....	- 12 -
Abbildung 5: Auszüge aus der Eingabemaske des TraumaRegisters am Beispiel von Kontusionen des Großhirns. Available from: <a href="http://www.traumaregister.de">www.traumaregister.de</a> .....	- 17 -
Abbildung 6: Vergleich der ROC-Kurven verschiedener Scores an 17.414 Patienten aus dem TraumaRegister. Die größte Fläche unter der ROC-Kurve, und damit die größte Genauigkeit, besitzt der RISC II, gefolgt vom RISC I.....	- 19 -
Abbildung 7: Ein- und ausgeschlossene Fälle der Datenbank.....	- 23 -
Abbildung 8: Anteil des Transportmittels nach Anzahl der Notärzte (links).....	- 24 -
Abbildung 9: Anteil der behandelnden Notärzte nach Transportmittel (rechts).....	- 24 -
Abbildung 10: Berufserfahrung der Notärzte in Jahren nach Transportmittel .....	- 25 -
Abbildung 11: Einsatzerfahrung der Notärzte nach Transportmittel.....	- 26 -
Abbildung 12: Anteil der Geschlechter nach Anzahl der behandelnden Notärzte.....	- 26 -
Abbildung 13: Histogramm zur Beschreibung des Alters in der gesamten Datenbank mit Normalverteilungskurve (links) .....	- 27 -
Abbildung 14: Altersverteilung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts) .....	- 27 -
Abbildung 15: Balkendiagramm über die 7 Gruppen der Unfallhergänge im Gesamtkollektiv .....	- 28 -
Abbildung 16: Verteilung der Unfallhergänge abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 30 -
Abbildung 17: Histogramm zur Verteilung der ISS-Werte der gesamten Datenbank mit Normalverteilungskurve (links) .....	- 33 -
Abbildung 18: Boxplot zum Vergleich der ISS-Werte abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts).....	- 33 -
Abbildung 19: Histogramm der Verteilung der RISC-Werte in 5%-Schritten mit Normalverteilungskurve (links) .....	- 35 -
Abbildung 20: Boxplot zum Vergleich der RISC-Werte abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts).....	- 35 -
Abbildung 21: Anteil der Anlage einer Zervikalstütze abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 36 -
Abbildung 22: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Anlage einer Zervikalstütze?.....	- 36 -
Abbildung 23: Anteil der Nutzung einer Vakuummatratze abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 37 -
Abbildung 24: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Nutzung der Vakuummatratze? ...	- 38 -
Abbildung 25: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte der Gefäßzugang?.....	- 38 -
Abbildung 26: Anteil der analgetischen Therapie abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 39 -
Abbildung 27: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Analgesie? .....	- 40 -
Abbildung 28: Anteil präklinischer Intubationen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, gesamt (links).....	- 41 -
Abbildung 29: Anteil präklinischer Intubationen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, bei GCS $\leq$ 8 (rechts) .....	- 41 -
Abbildung 30: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Intubation? .....	- 41 -

Abbildung 31: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, gesamt (links).....	- 42 -
Abbildung 32: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte, bei schwerem Thoraxtrauma (rechts) .....	- 42 -
Abbildung 33: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage in der Schockraumphase bei Patienten, die vom Notarzt präklinisch keine Thoraxdrainage erhielten (links) .....	- 43 -
Abbildung 34: Anteil der Anlage einer Thoraxdrainage in der Schockraumphase bei Patienten mit schwerem Thoraxtrauma, die vom Notarzt präklinisch keine Thoraxdrainage erhielten (rechts).....	- 43 -
Abbildung 35: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Anlage der Thoraxdrainage? .....	- 43 -
Abbildung 36: Anteil der reponierten Frakturen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 44 -
Abbildung 37: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die Reposition der Fraktur? .....	- 45 -
Abbildung 38: Anteil der dokumentierten RR-Messung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 46 -
Abbildung 39: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die RR-Messung?.....	- 46 -
Abbildung 40: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die SpO <sub>2</sub> -Messung? .....	- 47 -
Abbildung 41: Anteil der EKG-Überwachung abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 48 -
Abbildung 42: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die EKG-Überwachung? .....	- 48 -
Abbildung 43: Anteil der kapnometrischen Überwachung beatmeter Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 49 -
Abbildung 44: Zwei Notärzte; Intubation durch den primären Notarzt - Durch wen erfolgte die Kapnometrie? .....	- 49 -
Abbildung 45: Anteil der BZ-Bestimmung bei GCS $\leq$ 12 abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 50 -
Abbildung 46: Zwei Notärzte - Durch wen erfolgte die BZ-Bestimmung? .....	- 51 -
Abbildung 47: Boxplot-Diagramm zum Vergleich der präklinischen Gesamtzeit abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (links oben).....	- 52 -
Abbildung 48: Boxplot-Diagramm zum Vergleich der Versorgungszeit abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte (rechts oben).....	- 52 -
Abbildung 49: Vergleich der Versorgungszeiten von primärem und sekundärem Notarzt (links) .....	- 54 -
Abbildung 50: Versorgungszeit des sekundären Notarztes bei zwei behandelnden Notärzten (rechts).....	- 54 -
Abbildung 51: Vergleich der gesamten präklinischen Zeit bei einem Notarzt abhängig vom Transportmittel (links) .....	- 55 -
Abbildung 52: Vergleich der Versorgungszeit bei einem Notarzt abhängig vom Transportmittel (rechts) .....	- 55 -
Abbildung 53: Anteil der verstorbenen Patienten abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 56 -
Abbildung 54: Todesursache der verstorbenen Patienten .....	- 56 -
Abbildung 55: Anteil der Patienten mit entwickeltem Multiorganversagen abhängig von der Anzahl der behandelnden Notärzte .....	- 58 -
Abbildung 56: Patientenzustand bei Entlassung nach GOS (links).....	- 59 -
Abbildung 57: Glasgow-Outcome-Scale entlassener Patienten, welche von einem und von zwei Notärzten behandelt wurden (rechts) .....	- 59 -

# Dokumentationsbogen: "Notarztfragebogen"

Polytraumastudie Notarztfragebogen												
<input type="checkbox"/> Erster Notarzt		<input type="checkbox"/> Weiterer Notarzt										
<input type="checkbox"/> Luftgebunden		<input type="checkbox"/> Bodengebunden										
<input type="checkbox"/> Verlegender NA aus Klinik												
<b>Wenn keine Verlegung:</b>												
Unfalluhrzeit: _____		Einsatzort: _____										
Tech. Rettung <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> JA < 15 min. <input type="checkbox"/> JA 15-30 min. <input type="checkbox"/> JA > 30 min. <input type="checkbox"/> NEIN // BIS _____; _____ Uhr		Ankunft 1. Rettungsmittel: _____										
<b>Bei Luftgebunden: Alarmierung:</b>		<b>Pupillenreaktion (re./li.):</b> <input type="checkbox"/> Prompt <input type="checkbox"/> Träge <input type="checkbox"/> Keine										
<input type="checkbox"/> Primäre Allein-Alarmierung RTH <input type="checkbox"/> Parallel RTH zu Bodengebunden <input type="checkbox"/> Nachalarmierung durch Lst. / bzw. RD <input type="checkbox"/> Nachalarmierung durch 1. NA Ort des Unfalls _____												
Alarmierung rechtzeitig? <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN		<b>Sensibilität:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">li.</td> <td style="text-align: center;">re.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Arm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Bein</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <small>0=nicht prüfbar; 1=stark vermindert; 2=leicht vermindert; 3=normal</small>			li.	re.	Arm			Bein		
	li.	re.										
Arm												
Bein												
Alarmierungszeit: _____		Kommentar: _____										
<b>Wenn 2.-Notarzt // Verlegung: Interaktion / Kommunikation 1. NA / KH und Ihnen:</b>												
DIVI-Protokoll des 1. NA <b>vorhanden?</b> // Dokumente <b>vorhanden?</b>		<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN										
DIVI-Protokoll des 1. NA <b>vollständig?</b> // Dokumente <b>vollständig?</b>		<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN										
<b>Übergabe</b> Suffizient (1. NA / KH)? Schulnote 1-6 _____												
Gab es unterschiedliche Verdachtsdiagnosen zwischen 1. NA / KH und Ihnen? <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN <b>Kommentar:</b> _____												
Gab es „adverse events“ zwischen 1. NA / KH und Ihnen? <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN <b>Kommentar:</b> _____												
<b>Welche Maßnahmen wurden durchgeführt?</b>												
1. NA / KH	2. NA / Transport	<b>Maßnahme</b>	1. NA KH	2. NA / Transport	<b>Maßnahme</b>							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bodycheck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RR-Messung							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stiffneck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pulsoxymetrie							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vakuummatratze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EKG							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Frakturreposition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12 Kanal EKG							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremitätenschienung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BZ - Messung							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Thoraxdrainage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Intubation							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verbände	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CO <sub>2</sub> -Messung							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Analgesedierung: _____										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Katecholamine: _____										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige Medikamente: _____										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zugänge: _____										
Reanimation – Von: _____			Bis: _____									
<b>Wenn Intubation: AF vor Intubation:</b> <input type="checkbox"/> AF < 10/min <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Tachypnoe												
<b>Volumenmanagement</b> (bitte auf 100 ml genau schätzen)												
		<b>Kristalloide</b>	<b>Kolloide</b>	<b>Hyperonkot.</b>								
1. NA												
2. NA/Transport												
<b>Fachrichtung:</b> <input type="checkbox"/> Anästhesie <input type="checkbox"/> Chirurgie <input type="checkbox"/> Sonst.: _____												
<b>NA-Einsätze/Jahr:</b> <input type="checkbox"/> < 25 <input type="checkbox"/> 25-50 <input type="checkbox"/> 50-100 <input type="checkbox"/> 100-150 <input type="checkbox"/> >150												
<b>Weiterer Kommentar / Adverse Events:</b> _____												

Anmerkung: Der Punkt „Bei Luftgebunden: Alarmierung“ wurde im Protokoll zwar abgefragt, fand sich aber nicht als Variable in der SPSS-Datendatei wieder.

# Dokumentationsbogen: "Schockraumprotokoll"

Erstellt vom Autor; angelehnt an den Dokumentationsbogen von Dr. Ernstberger, UKR.

Polytrauma: JA NEIN	Patienten-Nr.:	Erliegt <input type="checkbox"/> ISS:																					
Zuverlegung: JA NEIN	Heutige Nr.:	Patientensticker																					
Datum:	M W	Pat. Name Geb. Dat.																					
<input type="checkbox"/> Primär <input type="checkbox"/> Sekundär	<input type="checkbox"/> Stumpf <input type="checkbox"/> Penetrierend																						
Ankunft:	Probleme:																						
Umlagerung:																							
<b>NA-Übergabe</b>																							
<input type="checkbox"/> PKW <input type="checkbox"/> Motorrad <input type="checkbox"/> Roller <input type="checkbox"/> Sturz <input type="checkbox"/> Andere Urs. _____																							
GCS:	Meldebild:																						
<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vakuummatratze</td> <td>Ringer _____</td> <td>Weiteres (Braunülen):</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Stiffneck</td> <td>NaCl 0,9% _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Intubation</td> <td>Haes 6 % _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Thoraxdrainage</td> <td>HyperHaes _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Schienen (Mat.)</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Verbände</td> <td>_____</td> <td>Intubiert? JA Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Reanimation _____ min</td> <td>_____</td> <td>Alkohol? %</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> Vakuummatratze	Ringer _____	Weiteres (Braunülen):	<input type="checkbox"/> Stiffneck	NaCl 0,9% _____		<input type="checkbox"/> Intubation	Haes 6 % _____		<input type="checkbox"/> Thoraxdrainage	HyperHaes _____		<input type="checkbox"/> Schienen (Mat.)	_____		<input type="checkbox"/> Verbände	_____	Intubiert? JA Nein	<input type="checkbox"/> Reanimation _____ min	_____	Alkohol? %
<input type="checkbox"/> Vakuummatratze	Ringer _____	Weiteres (Braunülen):																					
<input type="checkbox"/> Stiffneck	NaCl 0,9% _____																						
<input type="checkbox"/> Intubation	Haes 6 % _____																						
<input type="checkbox"/> Thoraxdrainage	HyperHaes _____																						
<input type="checkbox"/> Schienen (Mat.)	_____																						
<input type="checkbox"/> Verbände	_____	Intubiert? JA Nein																					
<input type="checkbox"/> Reanimation _____ min	_____	Alkohol? %																					
<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Etomidate</td> <td><input type="checkbox"/> Fenta</td> <td><input type="checkbox"/> Adrenalin</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ketanest</td> <td><input type="checkbox"/> Dormicum</td> <td><input type="checkbox"/> Noradrenalin</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Propofol</td> <td><input type="checkbox"/> Mida</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> Etomidate	<input type="checkbox"/> Fenta	<input type="checkbox"/> Adrenalin	<input type="checkbox"/> Ketanest	<input type="checkbox"/> Dormicum	<input type="checkbox"/> Noradrenalin	<input type="checkbox"/> Propofol	<input type="checkbox"/> Mida	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____									
<input type="checkbox"/> Etomidate	<input type="checkbox"/> Fenta	<input type="checkbox"/> Adrenalin																					
<input type="checkbox"/> Ketanest	<input type="checkbox"/> Dormicum	<input type="checkbox"/> Noradrenalin																					
<input type="checkbox"/> Propofol	<input type="checkbox"/> Mida	<input type="checkbox"/> _____																					
<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____																					
HF	RR	AF	SpO2	(CO2)	Temp.																		

2. Schockraumphase																									
Abfahrt zu: <input type="checkbox"/> OP <input type="checkbox"/> ICU _____ <input type="checkbox"/> Schockraum II																									
<input type="checkbox"/> Intubation .....- ..... <input type="checkbox"/> Arterie .....- ..... <input type="checkbox"/> Arterie V2 .....- ..... <input type="checkbox"/> ZVK .....- ..... <input type="checkbox"/> Thxdrainage .....- ..... <input type="checkbox"/> Rea .....- ..... Zeit (in Sek.): ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> - .....- .....																									
<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ringer</td> <td><input type="checkbox"/> Etomidate</td> <td><input type="checkbox"/> Adrenalin</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> NaCl 0,9%</td> <td><input type="checkbox"/> Ketanest</td> <td><input type="checkbox"/> Noradrenalin</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Haes 6 %</td> <td><input type="checkbox"/> Propofol</td> <td><input type="checkbox"/> Akrinor</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> EK</td> <td><input type="checkbox"/> Fenta</td> <td><input type="checkbox"/> Tetanus</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> FFP</td> <td><input type="checkbox"/> Dormicum</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> TK</td> <td><input type="checkbox"/> Mida</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Ringer	<input type="checkbox"/> Etomidate	<input type="checkbox"/> Adrenalin	<input type="checkbox"/> NaCl 0,9%	<input type="checkbox"/> Ketanest	<input type="checkbox"/> Noradrenalin	<input type="checkbox"/> Haes 6 %	<input type="checkbox"/> Propofol	<input type="checkbox"/> Akrinor	<input type="checkbox"/> EK	<input type="checkbox"/> Fenta	<input type="checkbox"/> Tetanus	<input type="checkbox"/> FFP	<input type="checkbox"/> Dormicum	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> TK	<input type="checkbox"/> Mida	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Ringer	<input type="checkbox"/> Etomidate	<input type="checkbox"/> Adrenalin																							
<input type="checkbox"/> NaCl 0,9%	<input type="checkbox"/> Ketanest	<input type="checkbox"/> Noradrenalin																							
<input type="checkbox"/> Haes 6 %	<input type="checkbox"/> Propofol	<input type="checkbox"/> Akrinor																							
<input type="checkbox"/> EK	<input type="checkbox"/> Fenta	<input type="checkbox"/> Tetanus																							
<input type="checkbox"/> FFP	<input type="checkbox"/> Dormicum	<input type="checkbox"/> _____																							
<input type="checkbox"/> TK	<input type="checkbox"/> Mida	<input type="checkbox"/> _____																							
<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____																							
<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____																							
Abfahrtszeit: _____ <input type="checkbox"/> OP <input type="checkbox"/> ICU _____ <input type="checkbox"/> _____																									
Worst: HB	RR	Quick	BE																						

1. Schockraumphase																						
<b>Dem NA die Bögen geben!!!</b>	GCS:																					
<input type="checkbox"/> Sono .....- ..... <input type="checkbox"/> Sono-Befund: ..... <input type="checkbox"/> Intubation .....- ..... <input type="checkbox"/> Arterie .....- ..... <input type="checkbox"/> Arterie V2 .....- ..... <input type="checkbox"/> ZVK .....- ..... <input type="checkbox"/> Thxdrainage .....- ..... <input type="checkbox"/> DK .....- ..... Urin: ..... <input type="checkbox"/> Rea .....- ..... Zeit (in Sek.): ..... <input type="checkbox"/> Reposition .....- ..... <input type="checkbox"/> Schienung .....- ..... Material ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> - .....- ..... <input type="checkbox"/> Neue Zugänge: ..... <input type="checkbox"/> BGA Art. Ven. ....																						
<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ringer</td> <td><input type="checkbox"/> Etomidate</td> <td><input type="checkbox"/> Adrenalin</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> NaCl 0,9%</td> <td><input type="checkbox"/> Ketanest</td> <td><input type="checkbox"/> Noradrenalin</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Haes 6 %</td> <td><input type="checkbox"/> Propofol</td> <td><input type="checkbox"/> Akrinor</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> EK</td> <td><input type="checkbox"/> Fenta</td> <td><input type="checkbox"/> Tetanus</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> FFP</td> <td><input type="checkbox"/> Dormicum</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> Mida</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Ringer	<input type="checkbox"/> Etomidate	<input type="checkbox"/> Adrenalin	<input type="checkbox"/> NaCl 0,9%	<input type="checkbox"/> Ketanest	<input type="checkbox"/> Noradrenalin	<input type="checkbox"/> Haes 6 %	<input type="checkbox"/> Propofol	<input type="checkbox"/> Akrinor	<input type="checkbox"/> EK	<input type="checkbox"/> Fenta	<input type="checkbox"/> Tetanus	<input type="checkbox"/> FFP	<input type="checkbox"/> Dormicum	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> Mida	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Ringer	<input type="checkbox"/> Etomidate	<input type="checkbox"/> Adrenalin																				
<input type="checkbox"/> NaCl 0,9%	<input type="checkbox"/> Ketanest	<input type="checkbox"/> Noradrenalin																				
<input type="checkbox"/> Haes 6 %	<input type="checkbox"/> Propofol	<input type="checkbox"/> Akrinor																				
<input type="checkbox"/> EK	<input type="checkbox"/> Fenta	<input type="checkbox"/> Tetanus																				
<input type="checkbox"/> FFP	<input type="checkbox"/> Dormicum	<input type="checkbox"/> _____																				
<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> Mida	<input type="checkbox"/> _____																				
<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____																				
Pupillen:	Abfahrt CT _____ Probleme _____																					
HF	RR	AF	SpO2	(CO2)	Temp.																	
CT - Umlagerung	CT - Beginn	CT - Ende	Abfahrt von CT																			
CT - Art:	Probleme:																					
Diagnosen:																						

# Dokumentationsbogen: „TraumaRegister“

Erhebungsbogen aus dem TraumaRegister (Stand 2012)

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie**  
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU © DGU 03/2009

**1**

**S: Stammdaten** (Unfall-Anamnese, Patientencharakter.) Index: Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

**Patient:** Geburtsdatum M W

**Unfall-Anamnese:** Unfalldatum 20 Unfallzeit Uhr

**Ursache:** Unfall V. a. Gewaltanwendung V. a. Suizid

**Trauma:** stumpf penetrierend

**ASA** vor Unfall: gesund 1, leichte Einschränkungen 2, schwere system. einschr. 3, lebensbedr. Allgemeinst. 4

**Unfallort:** Verkehr: PKW / LKW-Anhänger, Motorradfahrer, Fahrradfahrer, Fußgänger, andere (z.B. Schif...), über 3 m Höhe, unter 3 m Höhe, Sturz, Sonstige: Schlag (Gegenstand, Ast...), Schuss, Stich, Anderer

**Zeitpunkt A: Präklinik** (Erstbefund, Therapie)

**Alarmzeit:** Uhr  
**Eintreffen des Notarztes:** Uhr  
**Abfahrt vom Unfallort:** Uhr

**Transportmittel:** bodengebunden mit NA, RTH, bodengebunden ohne NA, selbst / privat

**Verletzungen** (Versuchsdiagnosen Notarzt)

Schädel-Hirn: keine, leicht, mittel, schwer  
Gesicht: keine, leicht, mittel, schwer  
Thorax: keine, leicht, mittel, schwer  
Abdomen: keine, leicht, mittel, schwer  
Wirbelsäule: keine, leicht, mittel, schwer  
Becken: keine, leicht, mittel, schwer  
Obere Extremitäten: keine, leicht, mittel, schwer  
Untere Extremitäten: keine, leicht, mittel, schwer  
Weichteile: keine, leicht, mittel, schwer

**Glasgow Coma Scale**

Augenöffnen: spontan, orientiert, Auforderung, Schmerz, keine, unverständl., keine  
Verbale Antwort: orientiert, verwirrt, unorientiert (Schmerz), keine, unverständl., keine  
Motorische Antwort: Auforderung, gewollt (Schmerz), Beugeklämpfe, Streckklämpfe, keine

Summe: = GCS

**Pupillengröße:** rechts, links  
eng, mittel, weit  
Lichtreaktion: rechts, links  
prompt, träge, keine

**NACA-Index (I-VII):**

**Therapie bis zur Klinikaufnahme:** Kristalloide, Intubation, Kolloide, Analgosedierung, Herzmassage, hyperosmolale / hypotonische Lösungen, Katalochamine, Thoraxdrainage

**WWW.TRAUMAREGISTER.DE**

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie**  
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU © DGU 03/2009

**2**

**Zeitpunkt B: Notaufnahme** (Aufnahmebefund, Primärdiagnostik, Therapie) Index: Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

**Eintreffen:** Datum 20 Uhrzeit Uhr

**Optionale klinikerne Zusatz-ID:**

**Zuverlegung aus anderer KH:** nein ja **Zeitpunkt A** **Zeitpunkt B**

**Wenn ja: Welches KH?** KH-Code:

**Vitalparameter + Atmung**

RR systolisch, Puls, Atemfrequenz (spontan), Sauerstoffsättigung (Sp O<sub>2</sub>), Bereit bei Ankunft intubiert?, wenn ja: FiO<sub>2</sub>, P/aO<sub>2</sub>

**Diagnostik bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station**

durchgeführt: Hb, Thrombozyten, TPZ (Quick), PTT, CCT, Rotem / Rotec

**Glasgow Coma Scale**

**Labor bei Aufnahme:** Hb, Thrombozyten, TPZ (Quick), PTT, CCT, Rotem / Rotec

**Erster operativer Notfallereignis:** Craniotomie, Thoraxotomie, Laparotomie, Revascularisation, Embolisation, Stabilisierung Becken, Stabilisierung Extremität

**Beginn der OP:** Schritt: Uhr

**Weiterversorgung**

SR-Diagnostik regulär beendet? wenn ja: Weiterverlegung: Früh-OP, Intensiv, andere(s), Uhrzeit: Uhr

wenn nein: Abbruch wegen: Not-OP, sonstiges, Uhrzeit: Uhr

Komplettilierung der Diagnostik vor ICU? nein ja

**Therapie bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station**

SR-Diagnostik: Kristalloide, Kolloide, Hyperonik / Hyperosmol. Lösung, Blut, FFP / Frischplasma, Thrombozyten, Intubation, Herzmassage, Katalochamine, Thoraxdrainage, Embolisation, Akute oszill. Fraktur stabilisierung (außerhalb des OP)

**Hämostase - Therapie**

rFVIIa, PPSB, Antifibrinolytika, Fibrinogen, andere hämost. Medikamente

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie**  
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU © DGU 03/2009

**3**

**Zeitpunkt C: Intensivstation** (Aufnahmebefund, Verlauf) Index: Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

**Eintreffen:** Datum 20 Uhrzeit Uhr

**SAPS II - Score (1. Tag):** Punkte

**Organversagen (SOFA-Score > 2)**

1. Atmung, 2. Koagulation, 3. Leber, 4. Herz-Kreislauf, 5. ZNS, 6. Niere

**MOV** nein ja, **Sepsis** nein ja

**Aufenthaltsdauer / Beatmungstherapie**

Intensivtage, Dauer mech. Beatmung

**Labor bei Aufnahme:** Hb, Thrombozyten, TPZ (Quick), PTT, Temperatur

**Therapie:** FFP, EK, Nierenersatzverfahren

**Hämostase - Therapie:** rFVIIa, PPSB, Antifibrinolytika, Fibrinogen, andere hämost. Medikamente

**Zeitpunkt D: Abschluss (1)** (Outcome, Prognosefaktoren, Thromboembolische Ereignisse)

Datum 20

□ verstorben, □ überlebt

**Entlassung/Verlegung:** nach Hause, Reha-Klinik, Krankenhaus, sonstiges

**Glasgow Outcome Scale:** gut erholt, mäßig behindert, schwer behindert, nicht ansprechbar

**Klinisch relevante thromboembolische Ereignisse:** keine, Herzinfarkt, Lungenembolie, tiefe Beinvenenthrombose, Apoplex, Andere thromboembolische Ereignisse

Bestand Thromboseprophylaxe: nein ja

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie**  
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU © DGU 03/2009

**4**

**Zeitpunkt D: Abschluss (2)** (Diagnosen, Operationen, Therapieschema) Index: Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

**Verletzung:** Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ja

**AIS:** offen Grad (I-IV)

**Operation:** OPS 301 Datum

**Initiales Therapiekonzept:** Damage Control-OP ja nein, Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen)

**Therapie:** FFP, EK, Nierenersatzverfahren

**Hämostase - Therapie:** rFVIIa, PPSB, Antifibrinolytika, Fibrinogen, andere hämost. Medikamente

---

## Literaturverzeichnis

- 1 Mock C, Lormand J, Goosen J, Joshipura M, Peden M. Guidelines for essential trauma care. World Health Organization. Genf; 2004.
- 2 Robert Koch-Institut, Statistisches Bundesamt. Gesundheit in Deutschland, Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin; 2015.
- 3 Robert Koch-Institut, Statistisches Bundesamt. Gesundheit in Deutschland, Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin; 2006.
- 4 Robert Koch-Institut, Statistisches Bundesamt. Todesursachenstatistik, (Sterbefälle, Sterbeziffern; interaktive Grafik). 2015.
- 5 Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Oestern H-J, Neugebauer E, Nast-Kolb D, et al. Rückgang der Traumaletalität. Dtsch Arztebl. 2008;105(13):225–7.
- 6 Liener UC, Rapp U, Lampl L, Helm M, Richter G, Gaus M, et al. Inzidenz schwerer Verletzungen. Notfall & Rettungsmedizin. 2004;7(6):399–7.
- 7 Haas NP, von Fournier C, Tempka A, Südkamp NP. Traumazentrum 2000 Wieviele und welche Traumazentren braucht Europa um das Jahr 2000? Unfallchirurg. 1997;100(11):852–8.
- 8 Kühne CA, Ruchholtz S, Buschmann C, Sturm J, Lackner CK, Wentzensen A, et al. Polytraumaversorgung in Deutschland - Eine Standortbestimmung. Unfallchirurg. 2006;109(5):357–9.
- 9 Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Bouillon B. Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Trauma Berufskrankh. 2007;9(4):271–8.
- 10 Harpaintner S. Einflussfaktoren auf die Lebensqualität Polytraumatisierter ein Jahr nach Trauma anhand des SF-36. Med.Diss. Regensburg; 2015.
- 11 Gauff G. Outcome und Lebensqualität nach Polytrauma: Ergebnisse an einem vollständigen 2-Jahres-Kollektiv mit Erfassung der Spätletalität und der Lebensqualität unter Berücksichtigung von geschlechts-, alters- und verletzungsabhängigen Faktoren. Med.Diss. Duisburg-Essen; 2007.
- 12 Simmel S, Bühren V. Unfallfolgen nach schweren Verletzungen. Der Chir. 2013;84(9):764–6.
- 13 Simmel S, Bühren V. Polytrauma überlebt – und was kommt dann? Unfallchirurg. 2009;112(11):965–9.
- 14 Zettl RP, Ruchholtz S, Waydhas C, Nast-Kolb D. Langzeitergebnisse nach Polytrauma: Standardisierte Messung der Lebensqualität mit GOS, EuroQuol und SF-36. Chirurgisches Forum 2005. 2005;17–2.
- 15 Oestern H-J, Nast-Kolb D, Pape H-C, Stalp M. Gegenwärtiger Stand der Traumadokumentation in Deutschland. Notfall & Rettungsmedizin. 2000;3(3):151–5.
- 16 Jantzen T, Burgkhardt M, Burgkhardt A, Kampmann J. Geschichte der Notfallmedizin im Osten Deutschlands. Notfall&Rettungsmedizin. 2008;11(8):571–8.
- 17 Ahnefeld FW. Die Rettungskette: eine Idee wurde Wirklichkeit. Notfall & Rettungsmedizin. 2003;6(7):520–5.
- 18 Sikinger M, Bernhard M, Bujard M, Serf C, Sacconi T, Hillger K, et al. Notfallmedizin gestern, heute und morgen. Notfall & Rettungsmedizin. 2005;8(2):133–7.

- 
- 19 Sefrin P. Geschichte der Notfallmedizin in Deutschland - Unter besonderer Berücksichtigung des Notarztdienstes. *Anästhesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie*. 2003;10(38):623–9.
- 20 Gries A, Helm M, Martin E. Zukunft der präklinischen Notfallmedizin in Deutschland. *Anaesthesist*. 2003;52(8):718–6.
- 21 Kirschner M. Die fahrbare chirurgische Klinik. Röntgen-, Operations-, und Schwerverletztenabteilung. *Chirurg*. 1938;10:713–7.
- 22 Schweigkofler U, Reimertz C, Seekamp A, Hoffmann R. Notärztliche Versorgung von Traumapatienten. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*. 2008;3(6):423–15.
- 23 Gauger JF. Eine kritische Betrachtung der Entwicklungen im deutschen Rettungswesen. Institut für Operations Research. 2011.
- 24 Koch B, Kuschinsky B. Handbuch des Rettungswesens - Die Hilfsfrist im Rettungsdienst in der präklinischen Notfallversorgung als Grundlage der rettungsdienstlichen Konzeption. Mendel Verlag. Witten; 1998.
- 25 Ahnefeld FW. Grundlagen und Grundsätze zur Weiterentwicklung der Rettungsdienste und der notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. *Intensivmed und Notfallmedizin*. 1998;35(5):342–8.
- 26 von Kaufmann F, Kanz K-G. Die Rolle der Leitstelle im Prozess der präklinischen Versorgung. *Notfall & Rettungsmedizin*. 2012;15(4):289–10.
- 27 Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland Pfalz. Neuer Indikationskatalog für den Notarzteinsatz (NAIK). 2007.
- 28 Bundesärztekammer. Indikationskatalog für den Notarzteinsatz - Handreichung für Telefondisponenten in Notdienstzentralen und Rettungsleitstellen. *Dtsch Arztebl*. 2013;110(11):521.
- 29 Altenmeyer KH, Schlechtriemen T, Reeb R. Rettungsdienst in Deutschland: Bestandsaufnahme und Perspektiven. *Notfall & Rettungsmedizin*. 2003;6(2):89–12.
- 30 Lippert HD, Gliwitzky B. Das Gesetz über den Beruf des Notfallsanitäters. *Notfall & Rettungsmedizin*. 2013;16:590–2.
- 31 Sefrin P. Entwicklung des Notarztwesens in Deutschland. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2013;48:734–8.
- 32 Bein B, Gräsner JT, Meybohm P. Zusatzweiterbildung Notfallmedizin - 1000 kommentierte Prüfungsfragen. 1st ed. Thieme; 2011.
- 33 Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung - 2., erweiterte Auflage - Empfehlungen zur Struktur, Organisation, Ausstattung sowie Förderung von Qualität und Sicherheit in der Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. 2012.
- 34 Weninger P, Trimmel H, Herzer G, Nau T, Aldrian S, Vécsei V. Prähospitale Traumaversorgung - Luftgestützter vs. bodengebundener Notarztdienst. *Notfall & Rettungsmedizin*. 2005;8(3):171–10.
- 35 Garner A, Rashford S, Lee A, Bartolacci R. Addition of physicians to paramedic helicopter services decreases blunt trauma mortality. *Aust N Z J Surg*. 1999;69(10):697–4.
- 36 Schüttler J, Schmitz B, Bartsch AC, Fischer M. Untersuchungen zur Effizienz der notärztlichen Therapie bei Patienten mit Schädel-Hirn- bzw. Polytrauma Ein Beitrag zur Qualitätssicherung in der Notfallmedizin. *Anaesthesist*. 1995;44(12):850–8.

- 
- 37 McConnell KJ, Newgard CD, Mullins RJ, Arthur M, Hedges JR. Mortality benefit of transfer to level I versus level II trauma centers for head-injured patients. *Health Serv Res.* 2005;40:435–22.
- 38 MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, Nathens AB, Frey KP, Egleston BL, et al. A National Evaluation of the Effect of Trauma-Center Care on Mortality. *N Engl J Med.* Massachusetts Medical Society. 2006;354(4):366–12.
- 39 Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung - Empfehlungen zur Struktur, Organisation und Ausstattung der Schwerverletzten-Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland. 2006.
- 40 Gries A, Zink W, Bernhard M, Messelken M, Schlechtriemen T. Realistic assessment of the physician-staffed emergency services in Germany. *Anaesthesist.* 2006;55(10):1080–6.
- 41 Kopetsch T. Dem deutschen Gesundheitswesen gehen die Ärzte aus! Studie zur Altersstruktur- und Arztzahlenentwicklung. Bundesärztekammer und Kassenärztl. Bundesvereinigung. 2005.
- 42 Reimann B, Maier BC, Lott R, Konrad F. Gefährdung der Notarztversorgung im ländlichen Gebiet. *Notfall & Rettungsmedizin.* 2004;7(3):200–4.
- 43 Luiz T, Jung J, Flick S. Quo vadis, Notarzt? Ergebnisse einer Befragung der Notarztstandorte in Rheinland-Pfalz. *Anaesthesist.* 2014;63(4):294–8.
- 44 Braun J. Stellenwert der Luftrettung in der präklinischen Notfallversorgung in Deutschland. *Notfall & Rettungsmedizin.* 2008;11(4):234–9.
- 45 Gäßler M, Gloger P, Stolpe E, Ruppert M. Zusammenarbeit von Boden- und Luftrettung. *Der Notarzt.* 2013;29(2):69–13.
- 46 ADAC Luftrettung gGmbH. Die ADAC Luftrettung. Gegen die Zeit und für das Leben (Info-Flyer) [Internet]. 2015. Available from: [www.adac.de/\\_mmm/pdf/Informationsflyer\\_Luftrettung\\_267422.pdf](http://www.adac.de/_mmm/pdf/Informationsflyer_Luftrettung_267422.pdf)
- 47 Pape HC, Grotz M, Schwermann T, Ruchholtz S, Lefering R, Rieger M, et al. Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Kosten der Versorgung schwer Verletzter – Eine Initiative des Traumaregisters der DGU. *Unfallchirurg.* 2003;106:348–9.
- 48 Tator CH, Duncan EG, Edmonds VE, Lapczak LI, Andrews DF. Neurological recovery, mortality and length of stay after acute spinal cord injury associated with changes in management. *Paraplegia.* 1995;33(5):254–8.
- 49 Andruszkow H, Lefering R, Frink M, Mommsen P, Zeckey C, Rahe K, et al. Survival benefit of helicopter emergency medical services compared to ground emergency medical services in traumatized patients. *Crit Care.* 2013;17(3):R124.
- 50 Stürmer KM, Neugebauer E, et al. S3 – Leitlinie Polytrauma/ Schwerverletzten-Behandlung. AWMF Online [Internet]. 2011.
- 51 Günkel S, König M, Albrecht R, Brüesch M, Lefering R, Sprengel K, et al. Status quo der Boden- und Luftrettung schwerverletzter Patienten. *Unfallchirurg Online.* 2015;118(18):233–9.
- 52 Lefering R, Nienaber U, Paffrath T. TraumaRegister DGU Jahresbericht 2015 für den Zeitraum bis Ende 2014. 2015
- 53 Bayerisches Landesamt für Statistik. Statistik kommunal 2014 – Regierungsbezirk Oberpfalz [Internet]. 2015. Available from: [www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/093.pdf](http://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/093.pdf)

- 
- 54 Bayerisches Landesamt für Statistik. Statistik kommunal 2014 – Regierungsbezirk Niederbayern [Internet]. 2015. Available from: [www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/092.pdf](http://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/092.pdf)
- 55 Hessisches Statistisches Landesamt. Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte des Landes Hessen [Internet]. 2015. Available from: [www.statistik-hessen.de/](http://www.statistik-hessen.de/)
- 56 Arbeitskreis Umsetzung TraumaNetzwerk DGU, Akademie der Unfallchirurgie GmbH. Anforderungs-Kriterien TraumaNetzwerk DGU [Internet]. 2015. Available from: [www.traumanetzwerk-dgu.de/fileadmin/user\\_upload/traumanetzwerk-dgu.de/docs/Anforderungskriterien\\_Version\\_1.5.pdf](http://www.traumanetzwerk-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumanetzwerk-dgu.de/docs/Anforderungskriterien_Version_1.5.pdf)
- 57 American Trauma Society. Trauma Center Levels Explained [Internet]. 2016. Available from: [www.amtrauma.org/?page=TraumaLevels](http://www.amtrauma.org/?page=TraumaLevels)
- 58 TraumaRegister DGU. Netzwerkkarte [Internet]. 2016. Available from: <http://map.telekooperation-tnw.de/maps>
- 59 Taeger K, Nerlich M, Drescher J, Neumann C. Auswertung des Standorts „Christoph Regensburg“ im Erfassungszeitraum der Studien LUNA und LUNA-Impact. 2006.
- 60 DRF Luftrettung. Christoph Regensburg – Station Regensburg [Internet]. 2016 Available from [www.drf-luftrettung.de/de/menschen/standorte/station-regensburg](http://www.drf-luftrettung.de/de/menschen/standorte/station-regensburg)
- 61 Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Teilnehmende Kliniken am TraumaRegister DGU mit Nutzung des QM-Bogens [Internet]. 2015. Available from: [www.traumaregister-dgu.de](http://www.traumaregister-dgu.de)
- 62 Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Teilnehmende Kliniken am TraumaRegister DGU mit Nutzung des Standardbogens [Internet]. 2015. Available from: [www.traumaregister-dgu.de](http://www.traumaregister-dgu.de)
- 63 Unger R. Einführung in SPSS [Internet]. 2000. Available from: [http://unger.soziologie.uni-halle.de/scripts/spss/pdf\\_spss.pdf](http://unger.soziologie.uni-halle.de/scripts/spss/pdf_spss.pdf)
- 64 Erb P. Statistik-Tutorial SPSS Online [Internet]. 2011. Available from: [www.statistik-tutorial.de/einfuehrung/](http://www.statistik-tutorial.de/einfuehrung/)
- 65 States JD, Fenner HA, Flamboe EE, Nelson WD, Hames LN. Field Application and Research Development of the Abbreviated Injury Scale. *Journal of Automotive Engineering*. 1972;80(1):145-2.
- 66 Ryan G, Garrett J, Williams R, Schamadan J, Campbel E. Rating the Severity of Tissue Damage. The Abbreviated Scale. *JAMA*. American Medical Association. 1971;215(2):277.
- 67 Petrucelli E, States JD, Hames LN. The abbreviated injury scale: Evolution, usage and future adaptability. *Accid Anal Prev*. 1981;13(1):29–6.
- 68 Stevenson M, Segui-Gomez M, Lescohier I, Di Scala C, McDonald-Smith G. An overview of the injury severity score and the new injury severity score. *Inj Prev*. 2001;7(1):10–3.
- 69 Gennarelli TA, Wodzin E. AIS 2005: A contemporary injury scale. *Injury*. 2006;37(12):1083–8.
- 70 MacKenzie EJ. Injury severity scales: overview and directions for future research. *Am J Emerg Med*. 1984;2(6):537–12.
- 71 Haasper C, Junge M, Ernstberger A, Brehme H, Hannawald L, Langer C, et al. Die Abbreviated Injury Scale (AIS) - Potential und Probleme bei der Anwendung. *Unfallchirurg*. 2010;113(5):366–6.

- 
- 73 Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB, Neill BO, Haddon W, et al. The Injury Severity Score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14(3):187–9.
- 74 Baker SP, O'Neill B. The Injury Severity Score: An Update. *J Trauma*. 1976;16(11):882–5.
- 75 Butcher N, Balogh ZJ. The definition of polytrauma: the need for international consensus. *Injury*. 2009;40:12–10.
- 76 Osler T, Baker SP, Long WB. A Modification of the Injury Severity Score That Both Improves Accuracy and Simplifies Scoring. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 1997;43:922–6.
- 77 Lavoie A, Moore L, LeSage N, Liberman M, Sampalis JS. The New Injury Severity Score: A More Accurate Predictor of In-Hospital Mortality than the Injury Severity Score. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 2004;56(6):1312–8.
- 78 Tay S-Y, Sloan EP, Zun L, Zaret P. Comparison of the New Injury Severity Score and the Injury Severity Score. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 2004;56(1):162–4.
- 79 Jamulitrat S, Sangkerd P, Thongpiyapoom S, Narong M. A Comparison of Mortality Predictive Abilities Between NISS and ISS in Trauma Patients. *J Med Assoc Thai*. 2001;84: 1416–5.
- 80 Brenneman FD, Boulanger BR, McLellan BA, Redelmeier DA. Measuring injury severity: time for a change?. *The Journal of trauma*. 1998;44(4):580–2.
- 81 Lefering R. Development and validation of the revised injury severity classification score for severely injured patients. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2009;35(5):437–10.
- 82 Schluter PJ. The Trauma and Injury Severity Score (TRISS) revised. *Injury*. 2011;42(1):90–6.
- 83 Wongsirisuwan M. Trauma and Injury severity score (TRISS) in head injury patients. *THAI J Surg*. 2002;24:21–8.
- 84 Brilej D, Vlaovic M, Komadina R. Improved Prediction from Revised Injury Severity Classification (RISC) over Trauma and Injury Severity Score (TRISS) in an Independent Evaluation of Major Trauma Patients. *J Int Med Res*. 2010;38:1530–8.
- 85 Lefering R, Huber-Wagner S, Nienaber U, Mangele M, Bouillon B. Update of the trauma risk adjustment model of the TraumaRegister DGU: the Revised Injury Severity Classification, version II. *Crit Care*. 2014;18(5):476–12.
- 86 Jennett B, Bond M. Assessment of Outcome After Severe Brain Damage. *Lancet*. 1975;305(7905):480–4.
- 87 Becker DP, Miller JD, Ward JD, Greenberg RP, Young HF, Sakalas R. The outcome from severe head injury with early diagnosis and intensive management. *J Neurosurg*. 1977;47(4):491–11.
- 88 Jennett B, Snoek J, Bond MR, Brooks N. Disability after severe head injury: observations on the use of the Glasgow Outcome Scale. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1981;44(4):285–8.
- 89 Wilson JT, Pettigrew LE, Teasdale GM. Emotional and cognitive consequences of head injury in relation to the glasgow outcome scale. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2000;69(2):204–9.
- 90 Laura E. L. Pettigrew, J. T. Lindsay Wilson, Graham M. Teasdale. Assessing disability after head injury: improved use of the Glasgow Outcome Scale. *J Neurosurg*. 1998;89(6):939–4.

- 
- 91 Jennett B. Development of Glasgow Coma and Outcome Scales. *Nepal J Neurosci.* 2005;2(1):24–8.
- 92 Brooks DN, Hosie J, Bond MR, Jennett B, Aughton M. Cognitive sequelae of severe head injury in relation to the Glasgow Outcome Scale. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1986;49(5):549–4.
- 93 Maas AIR, Braakman R, Schouten HJA, Minderhoud JM, Zomeren AH van. Agreement between physicians on assessment of outcome following severe head injury. *J Neurosurg.* 1983;58(3):321–5.
- 94 Anderson SI, Housley AM, Jones PA, Slattery J, Miller JD. Glasgow Outcome Scale: An inter-rater reliability study. *Brain Inj.* 1993;7(4):309-8.
- 95 Teasdale G, Jennett B. Assessment and prognosis of coma after head injury. *Acta Neurochir (Wien).* 1976;34(4):45–10.
- 96 Teasdale GM, Pettigrew LEL, Wilson JTL, Murray G, Jennett B. Analyzing Outcome of Treatment of Severe Head Injury : A Review and Update on Advancing the Use of the Glasgow Outcome Scale. *J Neurotrauma.* 1998;15(8):587–10.
- 97 TraumaRegister Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Leitfaden zur Ausfüllung des TraumaRegister DGU-Erhebungsbogens [Internet]. 2009. Available from: [http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user\\_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU\\_-\\_Standardbogen\\_mit\\_Leitfaden\\_-\\_v2009.pdf](http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU_-_Standardbogen_mit_Leitfaden_-_v2009.pdf)
- 98 Ernstberger A, Leis A, Dienstknecht T, Schandelmaier P, Nerlich M. Umsetzung und Implementierung Eines TraumaNetzwerks der DGU am Beispiel des TraumaNetzwerks Ostbayern. *Unfallchirurg.* 2009;112(11):1010–10.
- 99 Gries A, Sikinger M, Hainer C, Ganion N, Petersen G, Bernhard M, et al. Versorgungszeiten bei Traumapatienten im Luftrettungsdienst. *Anaesthesist.* 2008;57(6):562-8
- 100 ADAC im Einsatz - Luftrettung - FAQ [Internet]. 2016. Available from: [www.adac.de/wir-ueber-uns/luftrettung/wir-ueber-uns/faq](http://www.adac.de/wir-ueber-uns/luftrettung/wir-ueber-uns/faq)
- 101 DRF Luftrettung – über uns – Luftrettung auch höchstem Niveau.[Internet]. 2016. Available from: [www.drf-luftrettung.de/de/menschen/ueber-uns](http://www.drf-luftrettung.de/de/menschen/ueber-uns)
- 102 Altmann K. Vergleich der Letalität polytraumatisierter Patienten abhängig von Rettungsregion und Rettungszeit anhand der Revised Injury Severity Classification (RISC). *Med.Diss. Dresden;* 2011.
- 103 Gries A, Lenz W, Stahl P, Spiess R, Luiz T. Präklinische Versorgungszeiten bei Einsätzen der Luftrettung - Einfluss der Dispositionsstrategie der Rettungsleitstelle. *Anaesthesist.* 2014;63:555–7.
- 104 Aschenbrenner U, Nepl S, Ahollinger F, Schweigkofler U, Weigt JO, Frank M, et al. Einsatz der Luftrettung in der Nacht - Datenanalyse von Primär- und Sekundäreinsätzen der DRF-Luftrettung des Jahres 2014. *Unfallchirurg.* 2015;118(6):549–14.
- 105 Ernstberger A, Kindler F, Nerlich M, Zimmermann M. Präklinische Polytraumaversorgung - Kultur der Langsamkeit? *Universitätsklinikum Regensburg (Paper);* 2011.
- 106 Champion HR, Copes WS, Sacco W, Lawnick MM, Keast SL, Brain L, et al. The Major Trauma Outcome Study: Establishing National Norms for Trauma Care. *J Trauma Inj Infect Crit Care.* 1990;30(11):1356–9.
- 107 DESTATIS. Verkehrsunfälle - Unfälle von Frauen und Männern im Straßenverkehr 2012. *Wiesbaden;* 2013.

- 
- 108 Standke W. Arbeitsunfallgeschehen 2011. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. München; 2013.
- 109 Pschenitza P. ADAC Unfallforschung - Auswertung von Motorradunfällen: Konstellationen, Besonderheiten, Abhilfemaßnahmen. Landsberg; 2015.
- 110 Landratsamt Cham. Motorradtouren im Bayerischen Wald: Wälder und Kurven ohne Ende [Internet]. 2016. Available from: [www.bayerischerwald.org/de/aktivurlaub/motorradfahren/#/de/landkreis-cham/](http://www.bayerischerwald.org/de/aktivurlaub/motorradfahren/#/de/landkreis-cham/)
- 111 Zörb J. Aufkommen, Verletzungsschwere und Versorgung polytraumatisierter Patienten des UKE. Med.Diss. Hamburg; 2005.
- 112 Lefering R, Nienaber U, Paffrath T, Nienaber U. TraumaRegister DGU Jahresbericht 2012. 2012.
- 113 Muhm M, Danko T, Winkler H, Ruffing T. Präklinische Einschätzung der Verletzungsschwere bei Kindern. *Anaesthesist*. 2011;60:534–6.
- 114 Aufmkolk M, Ruchholtz S, Hering M, Waydhas C, Nast-Kolb D. Wertigkeit der subjektiven Einschätzung der Thoraxverletzungsschwere durch den Notarzt. *Unfallchirurg*. 2003;106(9):746–7
- 115 Andruszkow H, Hildebrand F, Lefering R, Pape H-CC, Hoffmann R, Schweigkofler U. Ten years of helicopter emergency medical services in Germany: Do we still need the helicopter rescue in multiple traumatised patients? *Injury*.; 2014;45:53–8.
- 116 Frink M, Probst C, Hildebrand F, Richter M, Hausmanninger C, Wiese B, et al. Einfluss des Transportmittels auf die Letalität bei polytraumatisierten Patienten. *Unfallchirurg*. 2007;110(4):334–6.
- 117 Universitätsklinikum Regensburg. Notfallmedizin am Universitätsklinikum Regensburg [Internet]. 2012. Available from: [http://www.uniklinikum-regensburg.de/kliniken-institute/Anaesthesiologie/Medizinische\\_Leistungen/Notfallmedizin/index.php](http://www.uniklinikum-regensburg.de/kliniken-institute/Anaesthesiologie/Medizinische_Leistungen/Notfallmedizin/index.php)
- 118 Ilper H, Kunz T, Walcher F, Zacharowski K, Byhahn C. Demografie, Ausbildung und Erfahrung der Notärzte in Deutschland: [www.notarztfragebogen.de](http://www.notarztfragebogen.de). *DMW - Dtsch Medizinische Wochenschrift*. 2013.138(17):880–5.
- 119 Timmermann A, Braun U, Panzer W, Schlaeger M, Schnitzker M, Graf BM. Präklinisches Atemwegsmanagement in Norddeutschland. *Anaesthesist*. 2007;56(4) 328-6.
- 120 Zink W, Bernhard M, Keul W, Martin E, Völkl A, Gries A. Invasive Techniken in der Notfallmedizin. *Anaesthesist*. 2004;53(11):1086–6.
- 121 Hauke J, Helm M, Lampl L. Der eingeklemmte Pkw-Insasse aus Sicht des Notarztes. *Der Notarzt*. 2001 ;17(2):47–5.
- 122 Kanz KG, Schmöller G, Enhuber K, Hölzl G, Sturm JA, Mutschler W. Algorithmus für die Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen. *Unfallchirurg*. 2002;105(11):1015–16.
- 123 Boullion B, Pieper D, et al. S3 – Leitlinie Polytrauma/ Schwerverletzten-Behandlung. AWMF Online [Internet]. 2016.
- 124 Wirtz DD, Ortiz C, Newman DH, Zhitomirsky I. Unrecognized misplacement of endotracheal tubes by ground prehospital providers. *Prehosp Emerg Car*. 2016;11(2):213–8.

- 
- 125 Silvestri S, Ralls GA, Krauss B, Thundiyil J, Rothrock SG, Senn A, et al. The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med.* 2005;45(5):497–6.
- 126 Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med.* 2001;37(1):32–7.
- 127 Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, et al. The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg.* 2007;104(3):619–4.
- 128 Schmid MC, Deisenberg M, Strauss H, Schüttler J, Birkholz T. Ausstattung bodengebundener Notarztrettungsmittel in Bayern. *Anaesthesist.* 2006;55(10):1051-7
- 129 Merckenschlager A. S1 Leitlinie: Akute Bewusstseinsstörung jenseits der Neugeborenenperiode. *AWMF Online [Internet].* 2013.
- 130 Kreinest M, Gliwitzky B, Grütznert PA, Münzberg M. Untersuchung der Anwendbarkeit eines neuen Protokolls zur Immobilisation der Wirbelsäule. *Notfall & Rettungsmedizin.* 2016;19(6):473–9.
- 131 Bubser H, Schmidbauer W, Kerner T. 77 Fehler und Irrtümer in der Notfallmedizin. 1st ed. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG; 2013.
- 132 Fischer M, Kehrberger E, Marung H, Moecke H, Prückner S, Trentzsch H, et al. Eckpunktepapier 2016 zur notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Prähospitalphase und in der Klinik. *Notfall & Rettungsmedizin.* 2016;19(5):387–8.
- 133 Lerner EB, Moscati RM. The Golden Hour: Scientific Fact or Medical “Urban Legend”? *Acad Emerg Med.* 2001;8(7):758–2.
- 134 Pepe P, Wyatt C, Bickell W, Bailey M, Mattox K. The relationship between total prehospital time and outcome in hypotensive victims of penetrating injuries. *Ann Emerg Med.* 1987;16(3):293–7.
- 135 Kobbe P, Pape HC. Penetrierende Verletzungen. *Notfall & Rettungsmedizin.* 2008;11(2):141–10.
- 136 Seamon MJ, Fisher CA, Gaughan J, Lloyd M, Bradley KM, Santora TA, et al. Prehospital procedures before emergency department thoracotomy: “scoop and run” saves lives. *J Trauma.* 2007;63(1):113–7.
- 137 Kleber C, Lefering R, Kleber AJ, Buschmann CT, Bail HJ, Schaser KD, et al. Rettungszeit und Überleben von Schwerverletzten in Deutschland. *Unfallchirurg.* 2013;116: 345-5.
- 138 Osterwalder JJ. Can the “golden hour of shock” safely be extended in blunt polytrauma patients? *Prehosp Disaster Med.* 2002;17(2):75–5.
- 139 Lerner EB, Billittier AJ, Dorn JM, Wu Y-WB. Is total out-of-hospital time a significant predictor of trauma patient mortality? *Acad Emerg Med.* 2003;10(9):949–5.
- 140 Zimmermann M, Arlt M, Drescher J, Neumann C. Luftrettung in der Nacht. *Notfall & Rettungsmedizin.* 2008;11:37–8.
- 141 Trunkey D. Initial Treatment of Patients with Extensive Trauma. *N Engl J Med.* 1991;324(18):1259–4.
- 142 Søreide K, Krüger AJ, Vårdal AL, Ellingsen CL, Søreide E, Lossius HM. Epidemiology and Contemporary Patterns of Trauma Deaths: Changing Place, Similar Pace, Older Face. *World J Surg.* 2007;31(11):2092–11.

---

143 Otte D, Pohlemann T, Wiese B, Krettek C. Änderung des Verletzungsmusters Polytraumatisierter in den zurückliegenden 30 Jahren. Unfallchirurg. 2003. 106(6):448-7.

144 Galvagno SM, Haut ER, Zafar SN, Millin MG, Efron DT, Koenig GJ, et al. Association between helicopter vs ground emergency medical services and survival for adults with major trauma. JAMA. 2012;307(15):1602–8.

145 Butler DP, Anwar I, Willett K. Is it the H or the EMS in HEMS that has an impact on trauma patient mortality? A systematic review of the evidence. Emerg Med J . 2010;27(9):692–9.

146 Fröhlich M, Lefering R, Probst C, Paffrath T, Schneider MM, Maegele M, et al. Epidemiology and risk factors of multiple-organ failure after multiple trauma: An analysis of 31,154 patients from the TraumaRegister DGU. J Trauma Acute Care Surg. 2014;76(4):921–6.

147 Striebel HW. Anästhesie - Intensivmedizin - Notfallmedizin. 9th ed. Schattauer; 2016.

## Danksagung

*“Wer immer tut, was er schon kann,  
bleibt immer das, was er schon ist.”*

Henry Ford (1863-1943)

In diesem Sinne habe ich mich mit dieser Arbeit in die Welt des wissenschaftlichen Arbeitens gewagt und freue mich über die vielen neuen Erkenntnisse und Erfahrungen, die ich hierbei sammeln konnte.

Doch ohne die riesige Unterstützung der vielen Menschen um mich herum, wäre diese Arbeit wohl nie geschrieben worden. In ihr stecken viel Fleiß, einige Umwege, und noch mehr Zeit.

Daher möchte ich insbesondere meiner Familie, meinen Eltern, Schwiegereltern und ganz besonders meiner Frau Svenja danken - Danke für die Unterstützung, die Motivation und insbesondere Eure immense Geduld.

Betreut wurde ich von Dr. Antonio Ernstberger. Vielen Dank, dass Du trotz deiner vielen Verpflichtungen auch immer Zeit für mich und meine Fragen hattest. Du hast mir stets mit konstruktiver Kritik und wertvollen Ratschlägen zur Seite gestanden und mich von meiner „Schrotschuss-Technik“ zu dieser fertigen Arbeit geführt.

Vielen Dank auch an die Korrekturleser, die sich für diese Arbeit, neben ihren anderen Verpflichtungen, die Zeit nehmen.

Den Rahmen für diese Arbeit hat Prof. Dr. Michael Nerlich als Direktor der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie geschaffen. Vielen Dank dafür!

