Bundeswehrkrankenhaus Ulm

Sektion Notfallmedizin der Klinik für

Anästhesiologie und Intensivmedizin

Leiter: Oberstarzt Prof. Dr. med. M. Helm

Gegenüberstellung der präklinischen Versorgung eines ländlichen und eines städtischen Notarztdienstes am Beispiel verschiedener Tracer-Diagnosen

- eine retrospektive klinische Analyse -

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Benny Kölbel

geboren in Rodewisch

2017

Amtierender Dekan:	Prof. Dr. T. Wirth
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. M. Helm
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. C. Sparwasser
Tag der Promotion:	18.05.2017

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis III
1 Einleitung und Fragestellung 1
1.1 Einleitung 1
1.2 Fragestellung 3
1.3 Literaturübersicht 5
2 Material und Methoden 7
2.1 Material 7
2.1.1 Art der Arbeit und Patientengut 7
2.1.2 Rohdatenerfassung 7
2.1.3 Notarztstandorte 10
2.2 Methoden 12
2.2.1 Datenbearbeitung 12
2.2.2 Auswertung der Daten 12
2.2.3 Datenvollständigkeit und Umgang mit fehlenden Daten 15
2.2.4 Formen medizinischer Qualität 16
2.2.5 Ethischer Aspekt 17
3 Ergebnisse 18
3.1 Allgemeines 18
3.2 Demographie 18
3.2.1 Altersverteilung 18
3.2.2 Geschlechtsverteilung 20
3.3 Art und Schwere der Notfälle 20
3.3.1 Art der Notfälle 20
3.3.2 Notfallschwere nach NACA 20
3.4 Einsatztaktische Daten 21
3.4.1 Ambulante Notarztversorgung vs. stationäre Weiterbehandlung 21
3.4.2 Einsatzzeiten 21
3.4.2.1 Gesamteinsatzzeiten 21
3.4.2.1 Anfahrtszeiten 23
3.4.2.2 Vor-Ort-Zeiten 24
3.4.2.3 Transportzeiten 25
3.5 Tracerauswertung 27
3.5.1 Häufigkeiten der Tracer-Diagnosen 27

3.5.2 Akutes Koronarsyndrom 27
3.5.3 Akuter Schlaganfall 30
3.5.4 Schädel-Hirn-Trauma 32
3.5.5 Polytrauma 34
4 Diskussion 36
4.1 Diskussion der Einsatzfrequenz 36
4.2 Diskussion der Altersverteilung 38
4.2.1 Art der Einsätze und Notfallschwere ländlich vs. städtisch 41
4.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten einsatztaktisch relevanter Größen 43
4.3.1 Ambulante Notarztversorgung vs. stationäre Einweisung 43
4.3.2 Einsatzzeiten ländlicher vs. städtischer Notarztdienste 44
4.4 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bei den Tracer-Diagnosen 46
4.4.1 Häufigkeiten der Tracer-Diagnosen ländlich vs. städtisch 46
4.5 Versorgungsqualität der Tracer-Diagnosen ländlich vs. städtisch 48
4.5.1 Versorgungsqualität beim Akuten Koronarsyndrom 48
4.5.2 Versorgungsqualität beim Apoplex 51
4.5.3 Versorgungsqualität beim Schädel-Hirn-Trauma 54
4.5.4 Versorgungsqualität beim Polytrauma 56
4.6 Einschränkungen der Arbeit 60
5 Zusammenfassung 61
6 Literaturverzeichnis 63
Danksagung 75
Lebenslauf 76

Abkürzungsverzeichnis

ASS	Acetylsalicylsäure
ACS	Akutes Koronarsyndrom
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.
AHCPR	Agency for Health Care Policy and Research
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BwK	Bundeswehrkrankenhaus
CCD	Charge-coupled Device
Ch 22	Christoph 22 (Luftrettungsmittel Ulm)
Ch 32	Christoph 32 (Luftrettungsmittel Ingolstadt)
CT	Computertomographie
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
DGN	Deutschen Gesellschaft für Neurologie
DGNC	Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DINO	digitales Notarztprotokoll
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V.
EKG	Elektrokardiogramm
GCS	Glasgow Coma Scale
GoR	Grade of Recommendation
HEMS	Helicopter Emergency Medical Service
HWS	Halswirbelsäule
ISS	Injury Severity Score
MIND	minimaler Notfalldatensatz
mmHg	Druck in Millimeter Quecksilbersäule
MTRA	Medizinisch-Technische/r Radiologieassistent/in
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
NAW	Notarztwagen

NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NRS	Numerische Ratingskala
NSTEMI	non ST-elevating myocardial infarction
OTA	Oberstarzt
RTH	Rettungstransporthubschrauber
RTW	Rettungstransportwagen
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
STEMI	ST-elevating myocardial infarction

1 Einleitung und Fragestellung

1.1 Einleitung

Am 8. Dezember 1881 starben beim Brand des Wiener Ringtheaters mindestens 386 Menschen. Die hohe Opferzahl wurde nicht zuletzt auf fehlende Rettungsmittel und Überforderung der Feuerwehr zurückgeführt. Als Konsequenz daraus gründete Jaromír Freiherr von Mundy bereits am Tag nach dem Brand die Wiener Freiwillige Rettungsgesellschaft als den ersten zivilen, organisierten Rettungsdienst Europas. [1]

Wie hier beispielhaft beschrieben, stellt das Lernen aus der Katastrophe in vielen Abschnitten der Geschichte der Notfallmedizin eine entscheidende Triebkraft dar.

So entwickelte sich das moderne Rettungswesen maßgeblich nach dem Zweiten Weltkrieg, als großer technischer und notfallmedizinischer Fortschritt auf zerstörte staatliche Strukturen traf, was bei allen Schwierigkeiten, auch die Möglichkeit für einen Neuanfang zuließ.

Zu dieser Zeit war die noch junge Notfallmedizin viel stärker als heute auf die Versorgung Schwerverletzter ausgerichtet. Dies erklärt auch die hauptsächliche Beteiligung von Chirurgen an der Entwicklung des Rettungswesens nach dem Zweiten Weltkrieg. Man kam immer mehr zu dem Schluss, dass der Arzt möglichst frühzeitig zum Patienten kommen müsse. Unklarheit herrschte jedoch darüber, welchen Umfang die initialen Behandlungsmaßnahmen haben sollten. Erwähnenswert ist die Entwicklung eines rollenden Operationssaals auf Basis eines umgebauten Omnibusses. In diesem sollten Schwerverletzte noch an der Unfallstelle von erfahrenen Chirurgen operativ versorgt werden.

Durchsetzen sollte sich schließlich der Ansatz der Arbeitsgruppe um Viktor Hoffmann der 1957 auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Unfallheilkunde, vorgestellt wurde. Darin wurde gefordert, dass sich die präklinischen Maßnahmen auf die Stabilisierung des Patienten für den Transport zu beschränken hätten und keine Interventionen durchgeführt werden sollten, die

innerklinisch immer noch zeitgerecht und qualitativ besser durchgeführt werden könnten. [1] Erstaunlich ist die Analogie diese Maxime zu unseren heutigen Rettungsphilosophien. Die Grundsätze „treat and run“ und „treat first, what kills first“ sind also keineswegs vollkommen neue Entwicklungen aus dem angelsächsischen Raum, vielmehr wurde die Idee der zielführenden, symptomorientierten und zeiteffizienten präklinischen Versorgung von Notfallpatienten schon vor über 50 Jahren postuliert. [20, 56, 87, 103, 111]

In den 60er Jahren entwickelte Friedrich Wilhelm Ahnefeld, späterer erster Chefarzt des Bundeswehrkrankenhauses Ulm und der Uniklinik Ulm, eine Rettungsinfrastruktur mit Meldesystem, Rettungsmitteln, Rettungswachen, sowie Vorgaben ihrer personellen und materiellen Auststattung. Zusammen mit einer verbesserten Erste Hilfe Ausbildung aller deutscher Bürger, sollten sich die einzelnen Glieder zu einer „Rettungskette“ zusammenfügen. Dieser, von Prof. Ahnefeld geprägte Begriff, ist heute ein international gebräuchlicher Bestandteil der notfallmedizinischen Terminologie („chain of survival“).

In Deutschland war die präklinische Notfallmedizin von Beginn an ärztlich getragen. Abgesehen von dieser historischen Entwicklung, ist die Rationale hinter unserem heutigen deutschen Notarztsystem, dass ärztliche Maßnahmen zur Wiederherstellung der Vitalfunktionen noch an der Unfallstelle die Überlebenschancen steigern und das Risiko für schwerwiegende Folgen reduzieren können.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Bedeutung der ärztlichen Rettungsmedizin kontrovers diskutiert wird, nicht zuletzt, da es kaum Evidenz für eine generelle Überlegenheit ärztlicher Rettungssysteme gegenüber den im angelsächsischen Raum verbreiteten Paramedic-Systemen gibt. [35, 50]

Bezogen auf die aktuelle deutsche Rettungskette bedeutet dies, dass ein Rettungstransportwagen (RTW), bei entsprechender Indikation, gegebenenfalls unterstützt durch ein Notarzteinsatzfahrzeug (NEF), den Regelfall der professionellen Primärversorgung am Notfallort darstellt. Gerade in städtischen Bereichen gibt es noch einige Notarztwägen (NAW), sowie ein flächendeckendes Netz an Luftrettungszentren mit Rettungstransporthubschraubern (RTH).

Diese heutigen Komponenten der Rettungskette stehen am vorläufigen Ende eines 50-Jährigen Evolutionsprozesses, in dessen Verlauf sie sich bewähren konnten und kontinuierlich verbessert wurden.

Dies führte bis heute zu einer hohen Akzeptanz und starkem Vertrauen, was sich nicht zuletzt in der kontinuierlichen Steigerung der Inanspruchnahme der Notfallmedizin durch die Bevölkerung wiederspiegelt. Im Zeitraum von 1994/1995 bis 2008/2009 hat sich die Notarztrate, also die Zahl der Notarzteinsätze pro 1000 Einwohner in Deutschland von durchschnittlich 18,3 auf 34,7 Einsätze fast verdoppelt. Ähnliche Steigerungen hat auch die allgemeine Notfallrate erfahren, welche der Zahl aller Notfalleinsätze mit und ohne Notarzt entspricht. Bei einer retrospektiven Auswertung eines bodengebundenen Notarztstandortes in Heidelberg wurde durch Bernhard et al. im Zeitraum von 1984 bis 2004 eine Vervierfachung des Patientenaufkommens festgestellt. [16]

Dieses Vertrauen beschränkt sich jedoch nicht nur auf dichtbesiedelte Gebiete, vielmehr besteht der allgemeine Anspruch überall und jederzeit schnelle und qualifizierte medizinische Hilfe zu bekommen. Dies wird auch anhand der vergleichbaren Notarztraten im ländlichen und städtischen Raum deutlich. [100]

Die präklinische Notfallmedizin, steht aktuell vor Herausforderungen durch gestiegene Einsatzzahlen, sowie durch die Verschiebung des Einsatzspektrums hin zu internistischen und psycho-sozialen Notfällen. [12, 13, 16, 40, 77, 78, 100, 102] Vor diesem Hintergrund leiten wir anschließend die Fragestellung der Arbeit her.

1.2 Fragestellung

Aus dem alltäglichen Leben ist uns allen bewusst, dass zwischen verstädterten und ländlichen Räumen große Unterschiede, bezüglich verfügbarer Infrastruktur und geographischer Verteilung dieser Infrastruktur bestehen. So konkurrieren, bezogen auf den medizinischen Sektor, in Großstädten oft mehrere geeignete Schwerpunktkliniken auf nur wenigen Kilometern miteinander. Im ländlichen Bereich sind häufig selbst kleinere Kreiskrankenhäuser nur mit längeren Anfahrten zu erreichen.

Außerdem ist die Bevölkerung in Städten durchschnittlich deutlich jünger als jene im Umland. [41] Es gibt unzählige Einsatzbilder in der Notfallmedizin bei denen ländliche oder städtische Einflussfaktoren denkbar sind, oder bei denen sich verlängerte Transportzeiten auf die Ergebnisqualität auswirken können. Um nur ein paar weitere zu nennen: Arbeitsunfälle in Industriegebieten, Verkehrsunfälle mit Fußgängern, Verkehrsunfälle auf Landstraßen, Freizeitunfälle durch Risikosportarten, Herzinfarkte bei älteren Patienten, Atemnot durch Luftverschmutzung etc.

Auf der anderen Seite muss es unser Ziel sein, eventuellen Unterschieden in all diesen Faktoren mit situativ angepassten Strategien zu begegnen um, unabhängig vom Ort eines Notfalls, eine hochwertige und zeitgerechte, notfallmedizinische Versorgung gewährleisten zu können, wie es durch die Fachgesellschaften gefordert wird und es das Eckpunktepapier zur notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung vorsieht. [2, 6]

Hieraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

„Wie ist die demographische Verteilung der Patienten im ländlichen gegenüber dem städtischen Notarztdienst?“

„Gibt es Unterschiede bezüglich der auftretenden Erkrankungs-/ Notfallbilder?“

„Gibt es Unterschiede in der Notfallschwere?“

„Welche Unterschiede gibt es bei den Einsatzzeiten?

„Gibt es Unterschiede in der notfallmedizinischen Versorgung im ländlichen und städtischen Umfeld?“

„Welche Schlussfolgerungen können daraus für die Praxis gezogen werden?“

1.3 Literaturübersicht

In der Notfallmedizin gibt es einige Besonderheiten welche Einfluss auf die vorhandene Evidenz haben. Jährlich werden etwa 20 einschlägige, deutschsprachige Studien veröffentlicht. Jedoch handelt es sich bei 95% der Arbeiten um retrospektive Betrachtungen. Das heißt, dass pro Jahr im deutschsprachigen Raum durchschnittlich nur eine kontrollierte, prospektive Studie publiziert wird. [7]

Die Ursachen hierfür sind multifaktoriell beeinflusst. Zum einen liegt es in der Natur des Notfalls, dass dieser nicht konzentriert und planbar an Studienzentren, sondern zeitlich und räumlich verteilt auftritt. Zum anderen ist die Möglichkeit zur Aufklärung über die Studienteilnahme bei Notfallpatienten häufig eingeschränkt, woraus sich ein ethisches Spannungsfeld ergibt. Weiterhin werden in der Notfallmedizin ganz überwiegend Medikamente eingesetzt, die keinem Patentschutz mehr unterliegen und damit bei den Pharmakonzernen wenig Interesse am Sponsoring von Studien besteht. [19, 119] Die praktische Erfahrung mit der prospektiv, kontrollierten VITRIS.at Studie zeigt, dass trotz eines europaweiten multizentrischen Ansatzes, nur über mehrere Jahre hinweg genügend Patienten eingeschlossen werden können, um befriedigende Fallzahlen zu erreichen. [75]

Ebenfalls zu erwähnen ist, dass sich für einen großen Teil der präklinischen Therapieoptionen gar keine Evidenz im Sinne prospektiver oder retrospektiver Studien findet, sondern nur aufgrund von Expertenempfehlungen, also der Evidenzklasse IV nach AHCPR gehandelt wird. [19]

Hinzu kommt, dass einige regelhaft verwendete Medikamente für die jeweiligen präklinischen Indikationen nicht einmal zugelassen sind und sich der Notfallmediziner gezwungenermaßen im Bereich des off-label-use bewegen muss.

Dominierend im Bereich der notfallmedizinischen Forschung sind die klinisch-retrospektiven Studien, deren Zahl deutlich angestiegen ist. [19] Diese sind häufig als Qualitätsforschungsstudien angelegt und beschäftigen sich ganz überwiegend mit der Ergebnisqualität. Weitere wichtige Instrumente der notfallmedizinischen

Qualitätsforschung sind Register, wie das Traumaregister der DGU [72, 73, 92], oder das Reanimationsregister der DGAI. [45, 71]

Es findet sich jedoch keine Studie in welcher das Thema dieser Arbeit in der Vergangenheit bearbeitet wurde.

Die Nutzung des DIVI-Notarztprotokolls zur Qualitätssicherung hingegen ist ein bewährtes Vorgehen [80, 104], insbesondere auch auf Grundlage der digitalen-papiergestützten Notarztprotokolle, welche auch in dieser Arbeit zur Anwendung kamen. [53, 54]

Es finden sich einige Arbeiten mit verwandten Fragestellungen und Designs. Demographische Entwicklungen von Notfallpatienten wurden beispielsweise bereits durch Bernhard et al. untersucht [16], außerdem liefern die Notfallregister hierzu immer wieder wichtige Daten.

Durch Genzwürker [43] wurde die Strukturqualität, im Sinne der Ausstattung arztbesetzter Rettungsmittel in Baden-Württemberg gemessen und Messelken [81] beschäftigte sich 2010 mit der notärztlichen Versorgungsqualität in Baden-Württemberg.

Keine der eben genannten Studien hat jedoch Unterschiede im ländlichen und städtischen Notarztdienst miteinander verglichen.

Bei der Recherche internationaler Journals fand sich eine interessante Arbeit, welche sich mit der Frage nach dem prähospital sinnvollen Umfang notfallmedizinischer Interventionen befasste. [107] Die Autoren endeten mit der Feststellung, dass ihre Empfehlungen nur im urbanen Umfeld gültig seien und im ländlichen Bereich eventuell anders vorgegangen werden sollte, ohne dafür jedoch Evidenz liefern zu können.

Ziel der Arbeit soll es sein, den immer wieder implizierten Unterschied zwischen Landrettung und Stadtrettung zu untersuchen und eventuelle Ansätze für weitere Forschungsprojekte festzustellen.

2 Material und Methoden

2.1 Material

2.1.1 Art der Arbeit und Patientengut

Es handelt sich um eine retrospektive klinische Betrachtung, in welcher insgesamt 3828 Patienten eingeschlossen wurden, die durch die Notärzte der bodengebundenen Notarztstandorte Blaubeuren (n=1917) und Ingolstadt Nord (n=1911) versorgt wurden. Ausgeschlossen wurden Fehleinsätze und Sekundäreinsätze (Interhospitaltransfers).

2.1.2 Rohdatenerfassung

Die Notfälle wurden an beiden Standorten mittels der *dotforms*®-Dokumentationstechnologie (DiagrammHalbach, Schwerte, Deutschland) dokumentiert. Dieses digitale Notarztprotokoll, wird in der Literatur kurz DINO genannt und wird auch im Folgenden so bezeichnet.

DINO basiert inhaltlich auf dem MIND 2 Datensatz der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin [82], sowie dem ebenfalls von der DIVI vorgelegten Notarzteinsatzprotokoll in der Version 4.2. [83, 84] Es handelt sich hierbei um ein Protokoll im Format DIN A3, auf dem umfangreiche Daten zum Notarzteinsatz, unter anderem zum Notfallgeschehen, zu Einsatzzeiten, zu Symptomen und Verletzungen, zu Vitalparametern mit Verlauf, zu durchgeführten Maßnahmen und Therapien, sowie die Patientendaten dokumentiert werden können.

Technisch handelt es sich beim DINO um eine Form der digitalen papiergestützten Einsatzdokumentation. Es besteht aus drei Komponenten, dem Papier, einem Sensorstift und der *dotforms*®-Software. Das Papier weist ein feines Muster auf, welches die Position auf dem Protokoll mit einer Auflösung von 0,3mm kodiert. Dieses ist aber mit bloßem Auge kaum zu erkennen, sodass es sich in der

Anwendung und im Aussehen nicht von einem herkömmlichen Notarzteinsatzprotokoll unterscheidet.

Der Sensorstift verfügt über eine herkömmliche Kugelschreibermine. Über einen Drucksensor wird beim Schreiben ein Infrarotstrahl aktiviert, der an den kohlenstoffhaltigen Punkten des Papiers reflektiert und mit einer, ebenfalls im Stift integrierten, CCD-Kamera detektiert wird. Dadurch erkennt der Stift die jeweilige Position und speichert diese mit einem millisekundengenauen Zeitstempel im internen Speicher des Stiftes ab. Die Speicherkapazität beträgt hierbei 1 MB, was 50 beschriebenen DIN-A4-Seiten entspricht und somit auch für mehrere Tage ausreichend ist. Ausgelesen wird der Stift über eine Dockingstation, von der die Daten auf den PC übertragen werden.

Die *dotforms*®-Software erzeugt eine digitale Kopie des Notarztprotokolls, indem es die jeweilige Schriftspur über ein leeres Protokoll legt. Anschließend kann die Applikation verschiedene Daten erkennen und digital ausgeben. In Studien konnten Konfidenzniveaus von >99,5% für Checkboxen und >95% für Zahlen nachgewiesen werden. [53]

Auch handschriftlicher Text wird, obwohl die interindividuellen Unterschiede jedes Anwenders hier viel größer als bei Zahlen sind, recht zuverlässig erkannt. Hierbei hilft die auf den Stift abgestimmte, zeitabhängige Handschrifterkennung. Die zusätzliche Information aus dem Zeitstempel verbessert die Erkennung im Vergleich zu zeitunabhängigen Lösungen, trotz allem ist eine Verifikation mit dem *dotforms verifier*® nötig, um Handschriften sicher in die digitale Form zu übertragen. Der Verifikationsvorgang dauert, gemäß einer ebenfalls am Luftrettungszentrum Ch22 durchgeführten Untersuchung, lediglich 1,5±0,4 Minuten. [54]

Die nun digitalisierten Daten können bequem als ASCII-Export in andere Anwendungen, wie beispielsweise Microsoft *Excel*® übernommen werden. Durch die *dotforms*®-Dokumentationstechnologie werden durchgeführte Maßnahmen und Verlaufsparameter einer Auswertung zugänglich, sodass hierin auch ein Mittel zur Qualitätssicherung besteht, da die Prozessqualität besser messbar wird. Nicht zuletzt deswegen hat sich auch die ADAC-Luftrettung zur Einführung dieser Dokumentationstechnologie entschieden.

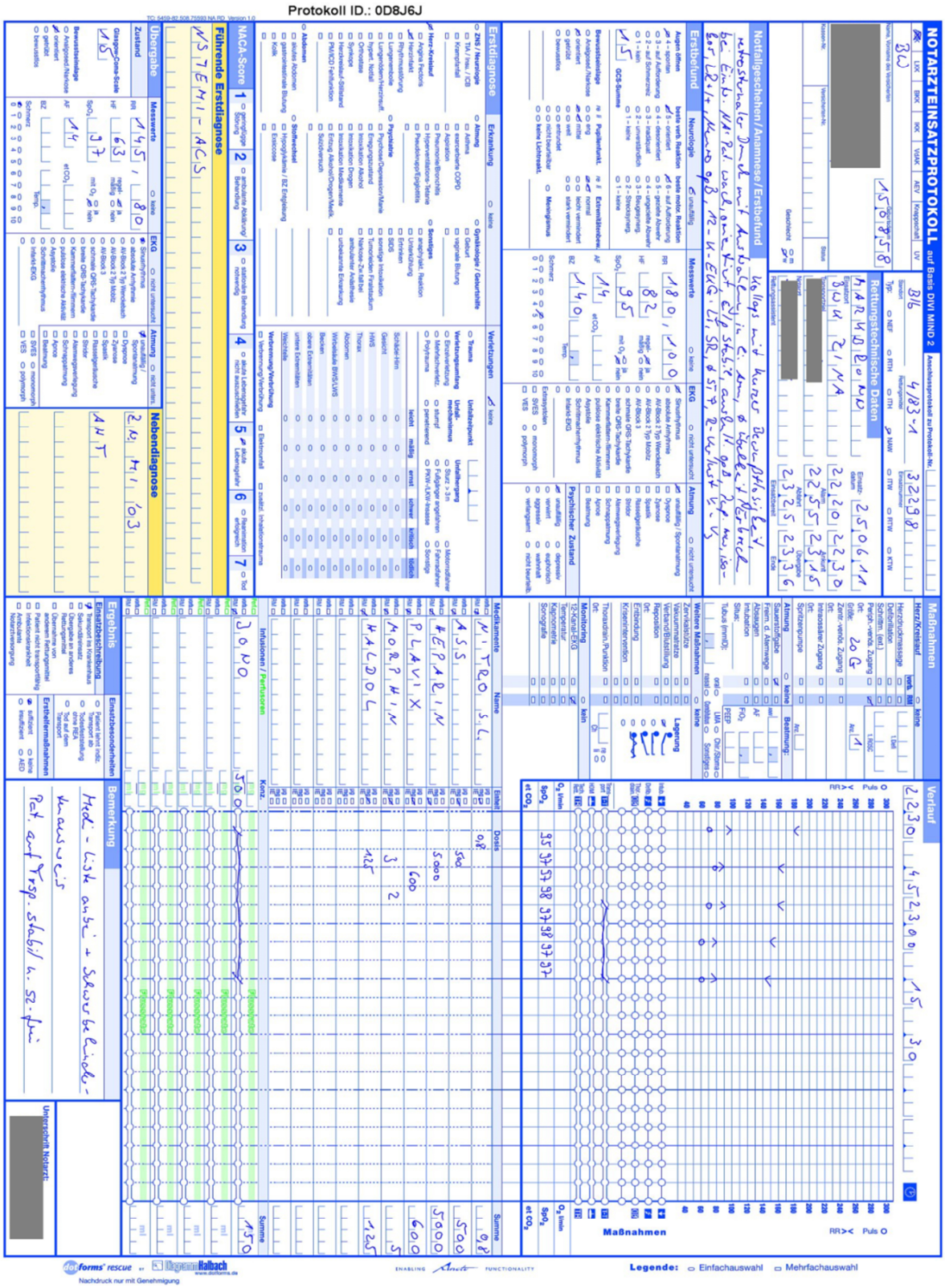

Abb. 1: digitalisiertes Notarzteinsatzprotokoll aus Blaubeuren (2011), mit freundlicher Genehmigung von DiagrammHalbach, Schwerte, Deutschland

2.1.3 Notarztstandorte

Blaubeuren ist eine Kleinstadt mit 11 824 Einwohnern (Stand 11.12.2011), im Alb-Donau-Kreis, in Baden-Württemberg. Das mittelgebirgig geprägte Umland umfasst im Norden die Schwäbische Alb und im Süden den Hochsträß. Blaubeuren selbst liegt im Blautal, das sich östlich etwa 17km bis nach Ulm fortsetzt. Das NEF ist an das kleine örtliche Kreiskrankenhaus mit 121 Planbetten angeschlossen, welches durch den Landeskrankenhausplan III, als Haus der Grundversorgung ausgewiesen ist und über Hauptabteilungen für Chirurgie, Anästhesie und Innere Medizin verfügt.
Die nächstgelegenen Schwerpunktkliniken befinden sich mit den Universitätskliniken und dem Bundeswehrkrankenhaus in Ulm. Der Versorgungsbereich des Standortes Blaubeuren ist groß und grenzt an die Standorte: Merklingen, Ehingen, Laichingen, Münsingen und Ulm. Diese liegen alle etwa 15 - 30km Fahrstrecke entfernt. Als übergeordnetes Rettungsmittel steht der Rettungshubschrauber Ch 22 vom Luftrettungszentrum Ulm zur Verfügung. Die in Blaubeuren tätigen Notärzte stammen aus verschiedenen Einrichtungen. Größtenteils handelt es sich jedoch um Assistenz-und Fachärzte der Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Bundeswehrkrankenhauses Ulm.

Ingolstadt ist eine bayerische Großstadt mit 126 732 Einwohnern (Stand 31.12.2011). Das NEF ist am Klinikum Ingolstadt, einem Haus der Maximalversorgung mit 1103 Planbetten, stationiert.
Das Versorgungsgebiet ist deutlich kleiner als in Blaubeuren und urban geprägt. Die umgebenden Notarztstandorte Kösching und Ingolstadt Süd sind innerhalb von 5 - 10km Fahrstrecke zu erreichen. Auch hier gibt es mit Ch 32 ein Luftrettungsmittel welches, wie das NEF auch, am Klinikum Ingolstadt stationiert ist. Die Notärzte werden von den Kliniken für Anästhesiologie, Chirurgie und Innere Medizin gestellt.

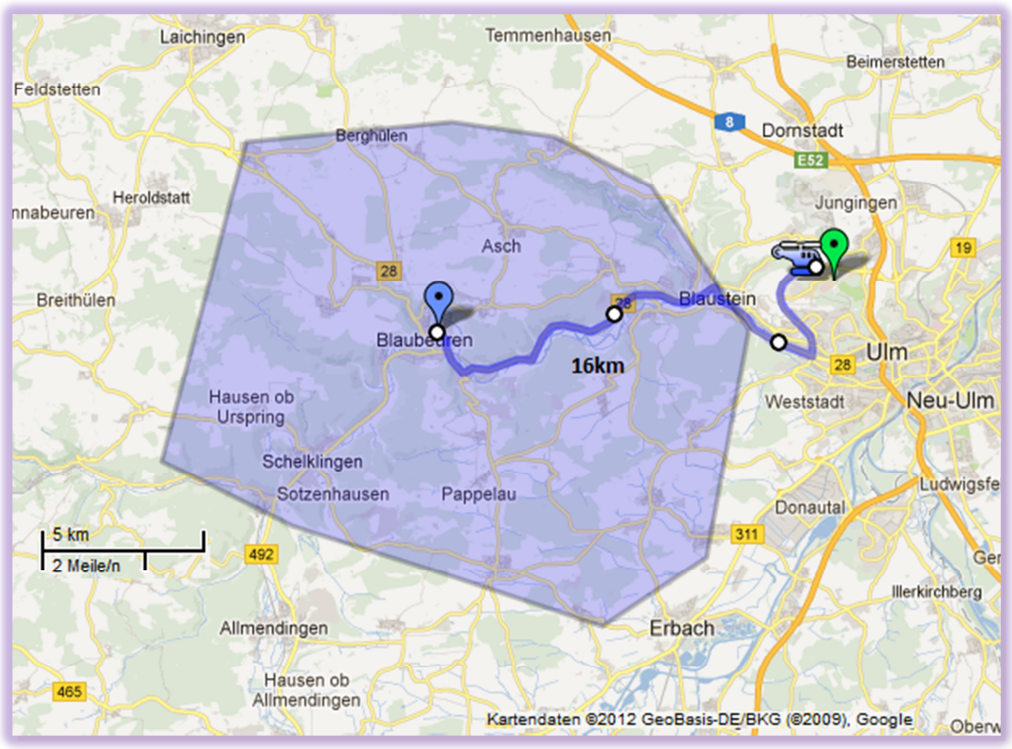

Abb. 2: Karte des Notarztstandortes Blaubeuren (blaue Markierung) mit Einzugsbereich (farbige Fläche), sowie der Transportstrecke zu den Ulmer Schwerpunktkliniken (grüne Markierung) mit Maßstab



Abb.3: Karte des Notarztstandortes Ingolstadt (blaue Markierung) am Klinikum Ingolstadt (ebenfalls blaue Markierung) mit Maßstab

2.2 Methoden

2.2.1 Datenbearbeitung

Für diese Arbeit wurden die durch die *dotforms*®-Software erzeugten Rohdaten, nochmals manuell mit den Protokollen abgeglichen. Dies sollte verhindern, dass sich Schwächen der Erkennungssoftware oder Nachlässigkeiten der Notärzte bei der Datenverifikation mit dem *dotforms verifier*®, negativ auf die Datenqualität und Aussagekraft der Studie auswirken.

2.2.2 Auswertung der Daten

In dieser retrospektiven Arbeit wurden zunächst die üblichen demographischen Daten betrachtet, um sie gegeneinander und mit anderen publizierten notfallmedizinischen Kollektiven, wie z.B. dem Traumaregister der DGU vergleichen zu können.

Die Notfallschwere wurde durch die Notärzte in der Klassifikation nach NACA eingeschätzt. Es handelt sich hierbei um einen einfachen, in den 1960er Jahren vom National Advisory Committee for Aeronautics als NACA-S-Score entwickelten Index, der eine Schweregradeinteilung in sieben Kategorien ermöglicht. Als anfänglich innerklinisches und traumatologisches Instrument, wurde der NACA-Index durch Tryba et al. 1980 [115] für das internistische Spektrum erweitert. Außerdem wird der NACA-Wert des Patienten heute bereits am Ende des Notarzteinsatzes festgestellt.

Er hat sich seither gerade im deutschsprachigen Raum als deskriptive präklinische Schweregradklassifikation bewährt und es konnte in Studien gezeigt werden, dass der NACA-Score gut mit der Vitalgefährdung, sowie Morbidität und Mortalität des Patienten korreliert. [117]

Der Parameter befindet sich auf Ordinalskalenniveau und ist unkompliziert zu erheben. Außerdem macht ihn seine weite Verbreitung und häufige Anwendung zur demographischen Beschreibung von notfallmedizinischen Patientenkollektiven

interessant, da hierdurch gute Vergleichsmöglichkeiten mit bereits publizierten Studien bestehen.

Weiterhin wurden einige notfallmedizinische Tracer-Diagnosen genauer untersucht und verglichen. Hierzu zählen das akute Koronarsyndrom (ACS), der akute Schlaganfall (Stroke), das Polytrauma und das Schädel-Hirn-Trauma (SHT).

Das akute Koronarsyndrom umfasst die Entitäten des STEMI (ST-Hebungsinfarkt), des NSTEMI (Nicht-ST-Hebungsinfarkt), sowie der instabilen Angina pectoris. [48, 49, 91] Da diese notfallmedizinisch nicht sicher differenziert werden können, ist ein einheitliches Handeln beim Symptomkomplex „akutes Koronarsyndrom“ sinnvoll.
Ganz ähnlich ist es beim Stroke. Den beiden Hauptentitäten, dem ischämischen und dem hämorrhagischen Insult, ist eine akute Perfusionsstörung cerebralen Gewebes gemein, die regelhaft mit vorrübergehenden oder dauerhaften Störungen zentralnervöser Funktionen einhergehen und somit den akuten cerebralen Schlaganfall definieren. [120]

Das Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ist gekennzeichnet durch eine primäre, mechanische Hirnparenchymschädigung, welche therapeutisch nicht mehr beeinflussbar ist, sowie einem sekundären Hirnschaden durch Schwellung und Hypoxie, der bereits durch die präklinische Versorgung entscheidend beeinflusst werden kann.
Schädel-Hirn-Traumata werden über die international verbreitete Glasgow Coma Scale (GCS) in Schweregrade eingestuft. Die GCS wurde 1974 von Teasdale und Jennett eingeführt und addiert sich aus Punkten für die Augenöffnung zur Messung des quantitativen Bewusstseins, Punkten für die verbale Antwort zur Messung des qualitativen Bewusstseins, sowie Punkten für die beste motorische Antwort.
GCS-Werte können dabei zwischen 3 und 15 Punkten liegen, wobei hohe Werte mit einem guten neurologischen Status korrelieren. [112] Bei GCS-Werten von 13-15 Punkten spricht man von einem leichten, bei Werten von 9-12 Punkten von

einem mittelschweren und bei GCS ≤ 8 Punkten von einem schweren Schädel-Hirn-Trauma. [69, 86]

Das Polytrauma ist definiert als Verletzung mehrerer Körperregionen, wobei mindestens eine oder die Kombination aus allen Verletzungen lebensbedrohlich ist. Üblich ist die Definition über den Injury-Severity-Score (ISS). Wenn dieser über 15 Punkten liegt, wird von einem Polytrauma gesprochen. Da es sich beim ISS jedoch um ein innerklinisches Instrument handelt, das unter anderem apparative Diagnostik nutzt, ist diese Definition für die präklinische Notfallmedizin nicht bedeutsam. [9]
Daher ist die Tracer-Diagnose „Polytrauma“ immer eine klinische Einschätzung des Notfallmediziners, die sowohl offensichtliche Verletzungen, als auch die Unfallmechanik berücksichtigt und so, idealerweise, verborgene Verletzungen antizipiert.

Diese vier Diagnosen werden häufig für Auswertungen zur Qualitätssicherung verwendet, da sie regelhaft an verschiedenen Standorten auftreten und aufgrund ihrer Erkrankungsschwere eine Herausforderung, für das Gesundheitssystem im Allgemeinen und für die Notfallmedizin im Speziellen, darstellen. [95]
Die ADAC-Luftrettungs GmbH hat für diese Tracer-Diagnosen in ihrem Handbuch Medizin Teil B Qualitätsmanagementsempfehlungen ausgegeben, die den aktuellen Stand der entsprechenden Leitlinien zur präklinischen Behandlung der genannten Notfallbilder wiederspiegeln. [1, 30-34, 52, 93]
Diese Empfehlungen wurden auch hier als Filterkriterien für die Versorgungsqualität herangezogen. Zum einen weil sie für die Auswertung untereinander ein bereits erprobtes Instrument darstellen, zum anderen ermöglichen sie auch eine Vergleichbarkeit mit anderen Kollektiven, wie zum Beispiel verschiedenen Luftrettungsstationen des ADAC.

Alle Daten wurden mit Microsoft *Excel 2010*® und/oder *SPSS 21*®, dem Statistikpaket von IBM, ausgewertet. Zum statistischen Vergleich der nicht normalverteilten Einsatzzeiten wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

Für Häufigkeitsverteilungen kamen, abhängig von der Stichprobengröße, verschiedene Tests zur Anwendung. Bei mehr als 60 Fällen wurde der χ^2-Test nach Pearson, bei weniger als 20 der Exakte Test nach Fisher und zwischen 20 und 60 der χ^2-Test mit Yates-Korrektur verwendet. [8]

Abhängig von der Art der Daten wurden Mittelwerte und Standardabweichungen für symmetrische Verteilungen eingesetzt. Für nicht symmetrisch verteilte Daten, wie zum Beispiel das Alter der Kollektive, wurden der Median, sowie Minimum und Maximum angegeben.

Zur Visualisierung wurden hauptsächlich Box-Whisker-Plots eingesetzt. Ein Stern im Boxplot kennzeichnet den arithmetischen Mittelwert die quere Linie den Median. So wird es rein optisch möglich Abweichungen von der Normalverteilung abschätzen zu können. Die Whisker zeigen die 2,5%- und die 97,5%-Quantile. Kreise außerhalb der Whisker kennzeichnen Ausreißer, definiert als Werte zwischen dem 1,5-fachen und dem 3-fachen der Boxhöhe. Extreme Werte, also Werte die mehr als die 3-fache Boxhöhe oberhalb der 75%-Quartile, oder unterhalb der 25%-Quartile liegen, wurden durch Sterne visualisiert.

Da es sich durchweg um explorative Tests handelte, entfiel die Adjustierung für multiples Testen, da beim gegebenen retrospektiven Studiendesign und dem Datenmaterial Aussagen auf dem Niveau eines statistischen Beweises ohnehin nicht möglich sind. Das Signifikanzniveau wurde auf $p=0,05$ festgelegt, bei $p<0,001$ wurde von „hochsignifikanten“ Unterschieden gesprochen.

2.2.3 Datenvollständigkeit und Umgang mit fehlenden Daten

Die Datenvollständigkeit, also der Anteil der Protokolle die bezüglich eines Items (z.B. Geschlecht, Notfallschwere nach NACA, durchgeführte Maßnahmen) korrekt ausgefüllt waren, betrug in nahezu keiner Auswertung 100%. Aus diesem Grund wird im Folgenden häufig angegeben wie hoch die Datenvollständigkeit war, da die Aussagekraft eines Items mit sinkender Datenvollständigkeit abnimmt.

Weiterhin musste eine Vorgehensweise festgelegt werden, wie mit fehlenden Daten umzugehen sei. Für demographische und einsatztaktische Daten (Alter, Transportzeit etc.), wurden fehlende Daten einfach ignoriert. Dies bedeutet, dass

nur die bezüglich dieses Merkmals vollständig ausgefüllten Protokolle auch ausgewertet wurden.
In der Auswertung der Tracer-Diagnosen wurden fehlende Eintragungen als nichterfüllt gewertet. Dies bedeutet beispielsweise für die Auswertung des Qualitätskriteriums „Oberkörperhochlagerung beim ACS“, dass wenn die Lagerung nicht explizit dokumentiert war, sie als nicht korrekt durchgeführt gewertet wurde.

2.2.4 Formen medizinischer Qualität

Basierend auf dem von Donabedian in den 80er Jahren publizierten Qualitätsmodell [36] unterscheidet man drei grundlegende Formen von medizinischer Qualität, Strukturqualität, Prozessqualität und Ergebnisqualität. Diese beeinflussen einander und sind hierarchisch gegliedert. Donabedian sah einen linearen Zusammenhang: Eine hohe Strukturqualität führt zu einer hohen Prozessqualität, was schließlich eine hohe Ergebnisqualität ermöglicht. Ein streng linearer Zusammenhang ist im medizinischen Bereich sicher nicht gegeben, selbst bei optimaler Prozessqualität ist ein gutes Outcome für den Patienten nicht garantiert.
In dieser Arbeit wurden mehrere Formen der Qualität bestimmt. Ein Bestandteil der Strukturqualität ist beispielsweise die Anfahrtszeit, welche maßgeblich durch die Entfernung des Notarztstandortes zum Einsatzort bestimmt wird und durch Optimierung der Prozesse kaum noch zu beeinflussen ist.
Hauptsächlich sollte hier die Prozessqualität abgebildet werden. Dies war nicht zuletzt auch erst durch die große Menge an Daten möglich, die durch die digitale Notarztdokumentation einer Auswertung zugänglich wurden. Insgesamt wurden 841.042 Einzeldaten ausgewertet. Wenn im Folgenden von „Versorgungsqualität“ die Rede ist, dann ist dies als Kombination aus notfallmedizinischer Strukturqualität und Prozessqualität zu verstehen.
Die Ergebnisqualität konnte kaum bestimmt werden, da hierzu für gewöhnlich ein follow-up des Patienten nach der stationären Aufnahme nötig gewesen wäre. Es ist in der Notfallmedizin generell sehr schwer Ergebnisqualität direkt zu messen, daher hat sich in Studien und zum medizinischen Qualitätsmanagement die Versorgungsqualität als geeigneter Surrogatparameter herausgestellt. [93]

2.2.5 Ethischer Aspekt

Die Patientendaten wie Name und Adresse wurden automatisch anonymisiert und nicht gespeichert. Auch der Name des Notarztes wurde technisch anonymisiert, wenngleich dieser bei der Auswertung der Protokolle teilweise ersichtlich war.
Eine Zustimmung der Ethikkommission der Universität Ulm wurde beantragt und liegt unter dem Aktenzeichen 69/16 vor.

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeines

In Blaubeuren wurden die Daten der Studie im Zeitraum vom 01.07.2008 bis zum 27.09.2011 gesammelt. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 1917 Primäreinsätze durchgeführt. Daraus ergab sich eine Einsatzfrequenz von 1,62 Einsätzen pro Tag.
Die Erfassung der Daten in Ingolstadt umfasste den Zeitraum vom 01.10.2008 bis zum 30.09.2009. Die Anzahl der Primäreinsätze betrug hier 1911. Dies entsprach damit einer Einsatzfrequenz von 5,25 Einsätzen pro Tag. Der Unterschied der Einsatzfrequenzen war mit $p<0,01$ hochsignifikant.

3.2 Demographie

3.2.1 Altersverteilung

Die Mediane des Patientenalters lagen bei 64 und 66 Jahren und waren somit vergleichbar. Auch keines der anderen erhobenen Lagemaße deutete auf relevante Unterschiede der Kollektive bezüglich der Altersstruktur hin.
Die deutliche Abweichung von Median und Mittelwert deutet darauf hin, dass die Daten nicht normalverteilt waren. Bei der statistischen Auswertung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 1: Lagemaße der Altersverteilung [Alter in Jahren]: Altersverteilung in Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009

	Blaubeuren	**Ingolstadt**
Mittelwert	57,90	57,39
Median	66	64
Standardabweichung	24,92	24,68

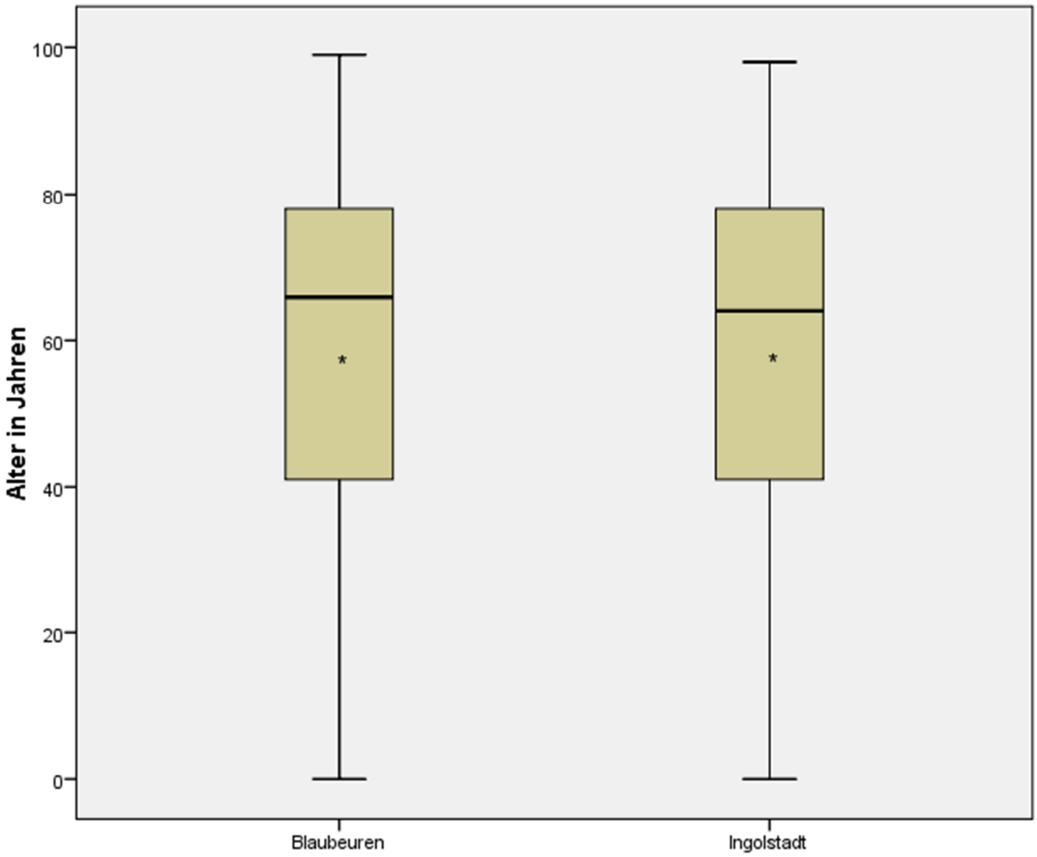

Abb. 4: Boxplot der Altersverteilung an den Notarztstandorten Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009 (* markiert den Mittelwert)

Die Häufigkeit von Kindereinsätzen, definiert vom Zeitpunkt der Geburt bis zum 18. Lebensjahr, lag in Blaubeuren unwesentlich höher (p=0,196). Der Anteil von Einsätzen mit Patienten im Kleinkinderalter, also vom Zeitpunkt der Geburt bis zum sechsten Lebensjahr war hingegen in Ingolstadt größer, verfehlte jedoch mit p=0,055 statistische Signifikanz.

Tab. 2: Anteil der Kindereinsätze an den Notarztstandorten Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009 [Anteil in %]

	Anteil am Gesamtkollektiv	
Altersgruppen [in Jahren]	**Blaubeuren**	**Ingolstadt**
0 - 17	9,23%	8,05%
0 - 1	0,63%	0,73%
1 - 5	1,83%	2,72%
5 - 17	6,78%	4,60%

3.2.2 Geschlechtsverteilung

Mit 53,31% in Blaubeuren und 51,29% in Ingolstadt betrug der Anteil männlicher Patienten jeweils etwas mehr als die Hälfte. Die Datenvollständigkeit hierfür betrug in Blaubeuren 89,1% und in Ingolstadt 95,0%. Der Unterschied erwies sich als nicht-signifikant.

3.3 Art und Schwere der Notfälle

3.3.1 Art der Notfälle

In der Studie konnte festgestellt werden, dass sowohl im ländlichen, als auch im städtischen Umfeld die Anzahl der nicht-traumatologischen Notfälle deutlich überwog.
Der Anteil der traumatologischen Notfälle betrug in Blaubeuren 22,22% und in Ingolstadt 16,32%. Daraus ergab sich mit $p<0,001$ ein statistisch hochsignifikanter Unterschied. Die Datenvollständigkeit betrug hier 100%.

3.3.2 Notfallschwere nach NACA

Die Notfallschwere wurde mit dem NACA-Score angegeben. Sie lag sowohl in Blaubeuren, als auch in Ingolstadt, im Median bei III. Dies bedeutet, dass in der Regel die Notwendigkeit zur stationären Behandlung bestand.
Es wurde untersucht, wie viele Patienten, bei denen akute Lebensgefahr vorlag oder diese zumindest nicht ausgeschlossen werden konnte, versorgt wurden. Dies umfasst die Einsätze, die mit einem NACA-Score von IV bis VI bewertet wurden. In Blaubeuren waren es 873, was einem prozentualen Anteil von 45,59% entspricht. In Ingolstadt waren es 772 Patienten und damit 40,45% des dortigen Kollektives. Auch der Unterschied der Notfallschwere erwies sich mit $p<0,001$ als statistisch hochsignifikant. Die Datenvollständigkeit für die Notfallschwere nach NACA lag in Blaubeuren bei 94,6% und in Ingolstadt bei 89,8%.

3.4 Einsatztaktische Daten

3.4.1 Ambulante Notarztversorgung vs. stationäre Weiterbehandlung

Generell kommt bei einem Notarzteinsatz der Transport zur stationären Weiterbehandlung, sowie die ambulante Versorgung durch den Notarzt in Frage. Wenn eine stationäre Abklärung und Therapie indiziert ist kommt sowohl der notärztlich begleitete Transport, als auch die Übergabe an den RTW in Betracht. Es handelt sich hierbei um eine Güterabwägung durch den behandelnden Notfallmediziner. Aus diesem Grund wurde in der Arbeit auch untersucht, ob es bei den untersuchten Kollektiven Unterschiede bezüglich dieser einsatztaktischen Entscheidung gab.

In Blaubeuren wurden 161 Patienten ambulant versorgt, was einem Anteil von 8,42% entsprach, während in Ingolstadt 268 Patienten ausschließlich vor Ort versorgt wurden, ohne sie weiter zu transportieren. Diese machten also 14,02% des Gesamtkollektives aus.

Der Unterschied von 40% weniger ambulanten Notarztversorgungen im ländlichen Notarztdienst war ebenfalls statistisch hochsignifikant.

3.4.2 Einsatzzeiten

Ein weiterer Punkt von großem Interesse waren die Einsatzzeiten. Die Ergebnisse dieser Auswertung sollen im Folgenden detailliert beschrieben werden.

3.4.2.1 Gesamteinsatzzeiten

Die Gesamteinsatzzeiten waren im ländlichen Blaubeuren länger, als im städtischen Ingolstadt. Dies zeigen alle statistischen Lagemaße an und der Unterschied der Gesamteinsatzzeiten erwies sich im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test mit $p<0,001$ als statistisch hochsignifikant.

Tab. 3: Einsatzzeiten: Gesamteinsatzzeiten [in min] und statistische Lagemaße der Notarztstandorte Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

	Gesamtzeit BB	Gesamtzeit ING
Mittelwert	44,9	38,0
Standardabweichung	15,5	14,1

Der Vergleich der Boxplots zeigt, dass sowohl Median als auch die beiden Quartilen in Blaubeuren bei längeren Gesamteinsatzzeiten lagen. Aus den Punkten oberhalb vom 97,5%-Whisker wird deutlich, dass es in Blaubeuren häufiger zu unüblich langen Einsätzen kam. Die Datenvollständigkeit betrug in Blaubeuren 74,7% und in Ingolstadt 81,2%.

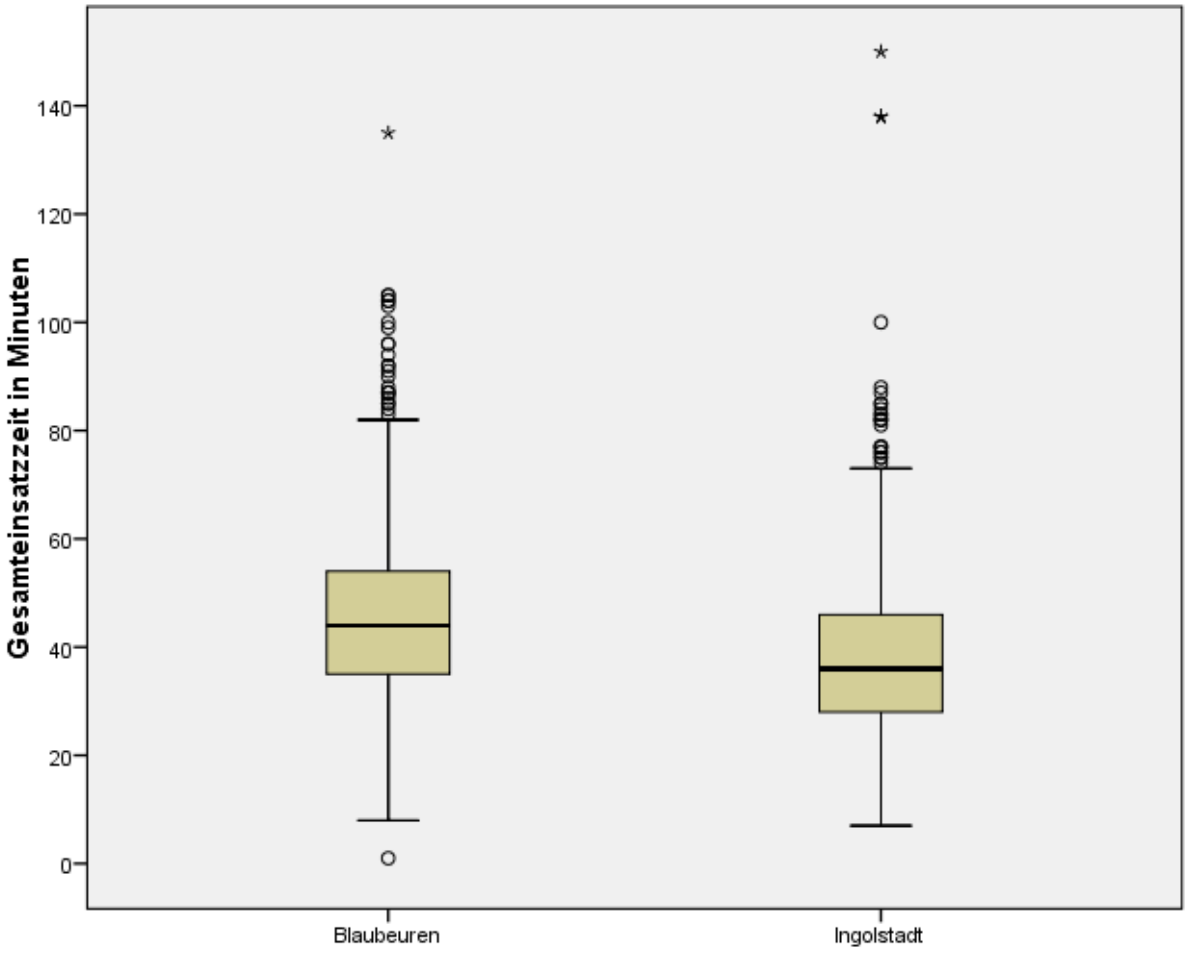

Abb. 5: Einsatzzeiten: Boxplot der Gesamteinsatzzeiten an den Notarztstandorten Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009 (Ausreißer mit Kreisen, Extreme Werte mit Sternen markiert)

3.4.2.1 Anfahrtszeiten

Die Anfahrtszeit betrug in Blaubeuren im Median acht, in Ingolstadt sieben Minuten. Auch die weiteren Lagemaße deuteten eine etwas geringere Anfahrtszeit in Ingolstadt an. Der Unterschied ist mit p=0,01 signifikant. Die Datenvollständigkeit betrug in Blaubeuren 86,8% und in Ingolstadt 86,1%.

Tab. 4: Einsatzzeiten: Anfahrtszeiten [in min] und statistische Lagemaße der Notarztstandorte Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

	Anfahrtzeiten BB	**Anfahrtzeiten ING**
Mittelwert	8,2	7,9
Standardabweichung	4,2	4,3

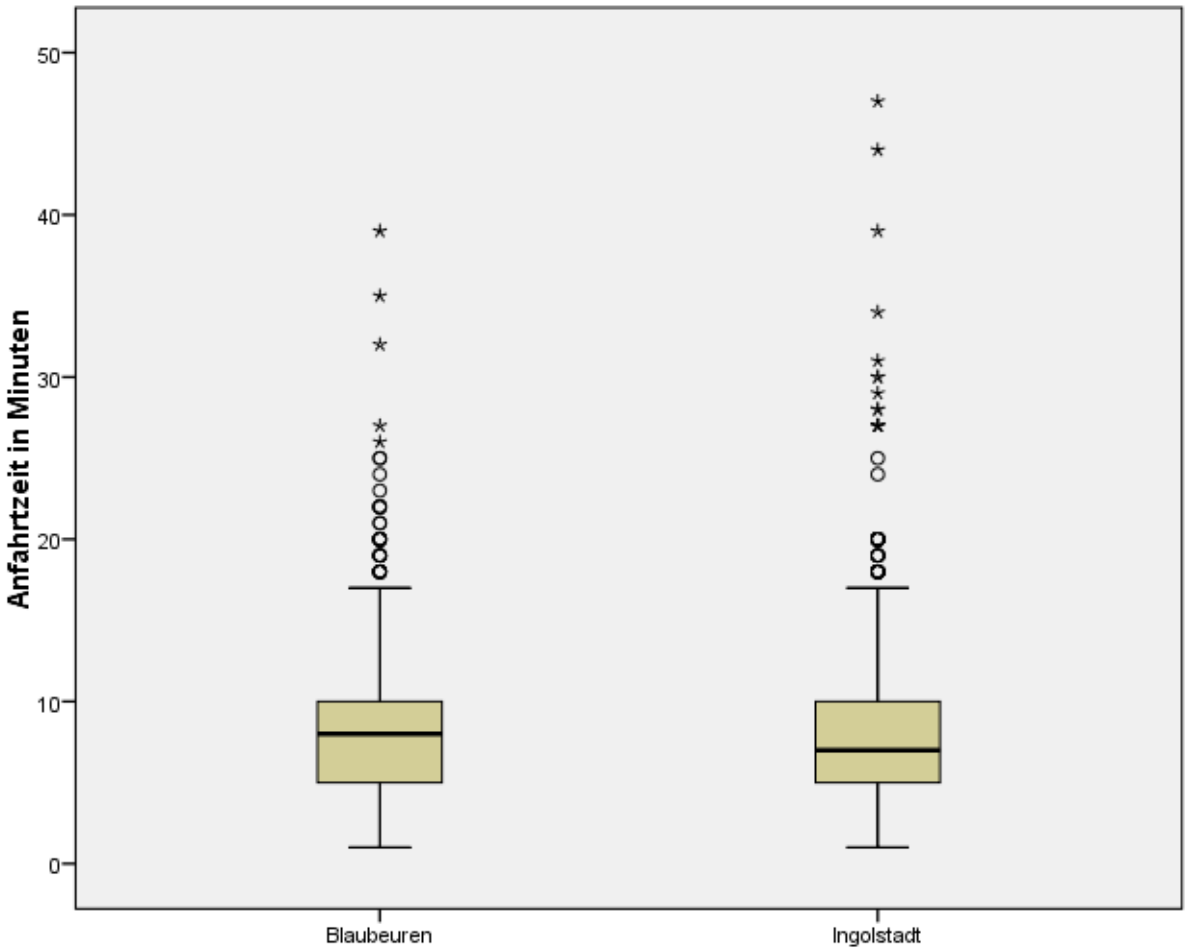

Abb. 6: Einsatzzeiten: Boxplot der Anfahrtszeiten an den Notarztstandorten Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009 (Ausreißer mit Kreisen, Extreme Werte mit Sternen markiert)

3.4.2.2 Vor-Ort-Zeiten

Die Vor-Ort-Zeit, häufig auch mit dem englischen Begriff „on-scene-time“ beschrieben, umfasst die Zeit, die der Notarzt an der Notfallstelle mit der Untersuchung und Versorgung des Patienten verbracht hat. Obwohl der Unterschied quantitativ eher gering war, zeigte sich eine etwas längere Versorgungszeit der Patienten in Blaubeuren, welche auch statistische Signifikanz erreichte (p=0,001). Die Datenvollständigkeit betrug in Blaubeuren 77,1% und in Ingolstadt 81,9%.

Tab. 5: Einsatzzeiten: Vor-Ort-Zeiten [in min] und statistische Lagemaße der Notarztstandorte Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

	Vor-Ort-Zeiten BB	Vor-Ort-Zeiten ING
Mittelwert	20,6	19,6
Standardabweichung	10,6	9,9

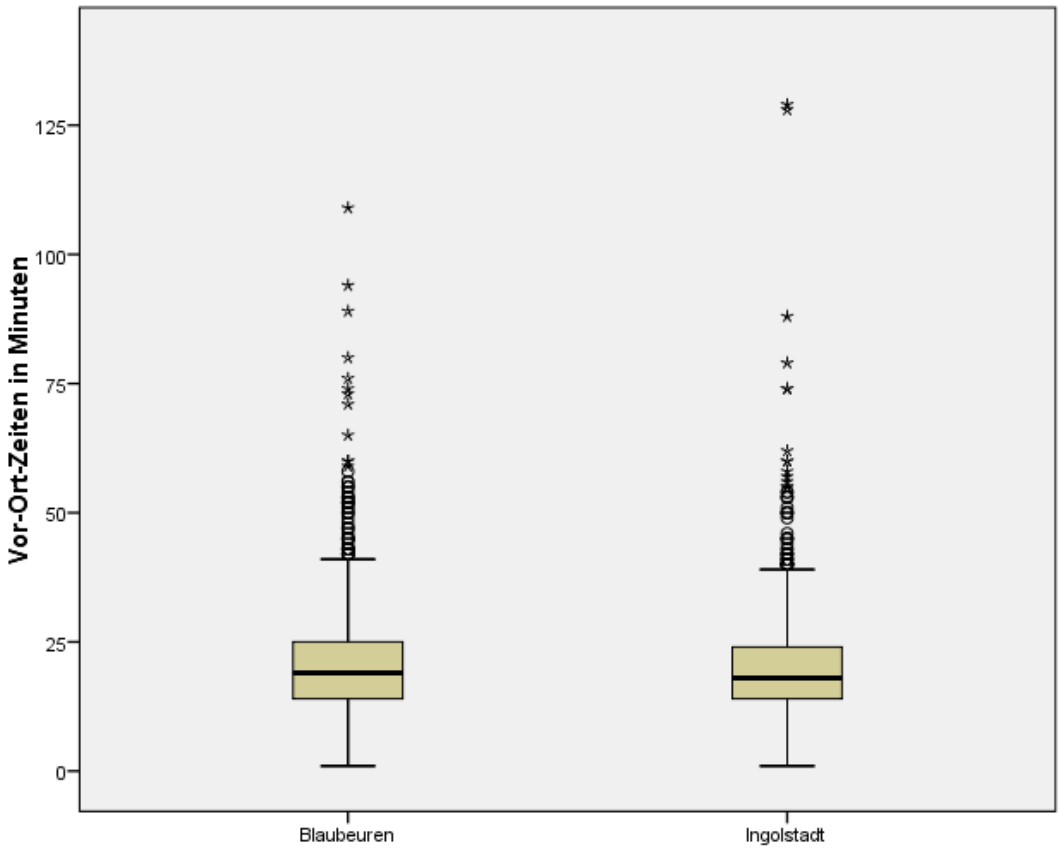

Abb. 7: Einsatzzeiten: Boxplot der Vor-Ort-Zeiten an den Notarztstandorten Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009 (Ausreißer mit Kreisen, Extreme Werte mit Sternen markiert)

3.4.2.3 Transportzeiten

Die Transportzeiten lagen mit 18 Minuten im Median in Blaubeuren deutlich höher als mit 15 Minuten in Ingolstadt. Da Mittelwert und Median nah bei einander lagen, darf von annähernd normalverteilten Daten ausgegangen werden. Daher hat hier auch die Standardabweichung eine Aussagekraft. Diese lag in Blaubeuren, deutlich über der in Ingolstadt. Die Unterschiede der Transportzeiten ergaben in der Signifikanztestung einen p-Wert von <0,001. Die Datenvollständigkeit betrug in Blaubeuren 71,5% und in Ingolstadt nur 55,0%.

Tab. 6: Einsatzzeiten: Transportzeiten [in min] und statistische Lagemaße der Notarztstandorte Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

	Transportzeit BB	Transportzeit ING
Mittelwert	18,5	15,7
Standardabweichung	9,6	7,7

Eine Subgruppenanalyse der Tracer-Diagnosen zeigt, dass diese besonders in Blaubeuren von längeren Transportzeiten betroffen waren. Es gibt keine signifikanten Unterschiede bezüglich der durchschnittlichen Transportzeiten zwischen Tracer-Diagnosen und Nicht-Tracer-Diagnosen in Ingolstadt. In Blaubeuren hingegen liegen die Transportzeiten der notfallmedizinischen Tracer statistisch-signifikant und etwa drei Minuten über denen der Nicht-Tracer-Diagnosen.

Tab. 7: Einsatzzeiten: Transportzeiten [in min] ± Standardabweichung [in min] der Notarztstandorte Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009 bezogen auf die Tracer-Diagnosen akutes Koronarsyndrom, Schädel-Hirn-Trauma, Polytrauma und Apoplex

	Transportzeit Ingolstadt	Transportzeit Blaubeuren
Akutes Koronarsyndrom	14,8±6,0	20,1±7,9
Schädel-Hirn-Trauma	18±6	27±11
Polytrauma	13±5	21±12
Apoplex	13,1±6,6	21,7±10,0

Eine weitere Subgruppenanalyse betrachtet die Transportzeit der neun polytraumatisierten Patienten. Diese wurde im Mittel mit 21±12 Minuten bestimmt. Darin enthalten sind fünf Patienten die bodengebunden transportiert wurden und vier Patienten die initial vom Blaubeurer NEF behandelt, jedoch vom RTH Ch22 weitertransportiert wurden.

Tab. 8: Einsatzzeiten: Transportzeit [in min] ± Standardabweichung [in min] am Notarztstandort Blaubeuren 2008-2011 bezogen auf die Tracer-Diagnose Polytrauma bei Transport mittels Notarztwagen (NAW) und Rettungstransporthubschrauber (RTH)

Transport mit NAW	Transport mit RTH
30±8	15±4

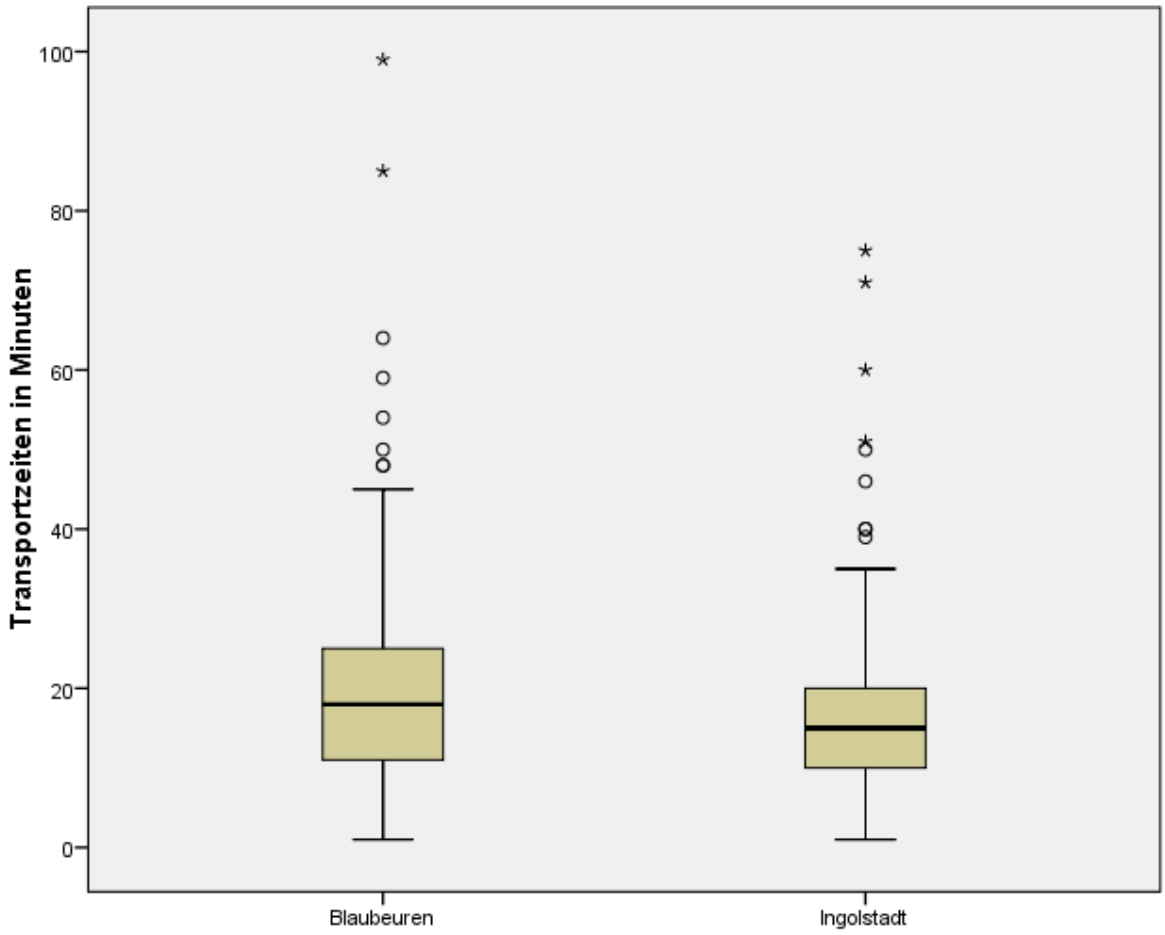

Abb. 8: Einsatzzeiten: Boxplot der Transportzeiten an den Notarztstandorten Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009 (Ausreißer mit Kreisen, extreme Werte mit Sternen markiert)

3.5 Tracerauswertung

3.5.1 Häufigkeiten der Tracer-Diagnosen

An beiden Standorten machten die Patienten mit Verdacht auf ein Akutes Koronarsyndrom jeweils etwa ein Zehntel des Gesamtkollektives aus.
In Blaubeuren lag der Anteil der Patienten mit Akutem Schlaganfall bei 9,16% des Gesamtkollektives während es in Ingolstadt nur 6,70% waren. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant.
Bei den schweren traumatologischen Tracern, wie dem Polytrauma und dem Schädel-Hirn-Trauma, fiel der durchweg sehr niedrige Anteil am Gesamtkollektiv auf. Auch wenn in Blaubeuren beide Tracer etwa dreimal häufiger vorkamen, verfehlte die Einzelauswertung durch die geringen Fallzahlen statistische Signifikanz. Nach Zusammenfassung beider Tracer-Diagnosen zur Kategorie „schwere traumatologische Notfälle“ (PT+SHT) und Vergleich dieser, ergab sich p=0,01.

Tab. 9: Tracerauswertung: Anteile der Tracer-Diagnosen Akutes Koronarsyndrom (ACS), Apoplex, Polytrauma (PT) und Schädel-Hirn-Trauma (SHT) am Gesamtkollektiv und dazugehörige p-Werte an den Notarzstandorten Blaubeuren 2008-2011 und Ingolstadt 2008-2009

	ACS	Apoplex	Polytrauma	SHT	PT+SHT
Blaubeuren	9,86%	9,16%	0,47%	0,73%	1,20%
Ingolstadt	10,41%	6,70%	0,16%	0,26%	0,42%
p-Werte	0,592	**0,006**	0,145	0,063	**0,01**

3.5.2 Akutes Koronarsyndrom

Beim Vergleich der Patienten mit der präklinischen Verdachtsdiagnose „Akutes Koronarsyndrom“ an den beiden Standorten wurde deutlich, dass männliche Patienten jeweils überwogen und der Altersgipfel bei etwa 70 Jahren lag. Die ACS-Kollektive schienen somit an beiden Standorten vergleichbar zu sein.

Bei der Auswertung der Qualitätsmanagementskriterien der ADAC-Luftrettung gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Filterkriterien: „venöser Zugang“, „Oberkörperhochlagerung“, „Sauerstoffgabe“, „Anlage eines 12-Kanal-EKGs“, „Monitoring“, „Applikation von Nitroglycerin“ (sofern der systolische Blutdruck über 90mmHg lag), „Durchführung einer Analgesie mittels Opiaten“ (bei starkem Schmerz; Werte gemessen mittels Numerischer Ratingskala über 5) und „präklinische Lyse“.

In Blaubeuren lag die Sauerstoffsättigung signifikant häufiger über 95%, als in Ingolstadt. Weiterhin fiel auf, dass die Filterkriterien: „Gabe von Acetylsalicylsäure“, „Zielklinik mit Herzkatheterfähigkeit“, sowie „Prähospitalzeit unter 60min“, in Ingolstadt signifikant häufiger erfüllt werden konnten.

Tab. 10: Tracerauswertung: Auswertung der Tracer-Diagnose „Akutes Koronarsyndrom“ (ACS) anhand der Qualitätsmanagementkriterien „venöser Zugang“, „Oberkörperhochlagerung“, „Sauerstoffgabe“, „Erreichen einer peripheren Sauerstoffsättigung (pSO^2) über 95%“, „Durchführung eines 12-Kanal-Elektrokardiogramms (EKG)“, „Monitoring“, „Gabe von Glyceroltrinitrat bei systolischen Blutdrücken über 90mmHg gemessen nach Riva-Rocci (Nitrogabe bei RR >90mmHg)“, „Analgesie mittels Opiat bei deutlicher Schmerzäußerung nach numerischer Ratingskala (NRS >5)“, „Gabe von Acetylsalicylsäure (ASS)“, „präklinische Lyse“, „Zielklinik mit der Fähigkeit zur perkutanen Coronarangioplastie (PTCA)“ und „Prähospitalzeit unter 60 Minuten“ an den untersuchten Notarztstandorten Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

ACS Tracerauswertung					
	BB		**ING**		
n=	189		199		
Alter in Jahren [Median]	73		70		
Alter in Jahren [Mittelwert]	70,15		69,84		
Anteil Männer	61,2%		57,7%		
Anteil am Gesamtkollektiv	9,86%		10,41%		
					p-Werte
venöser Zugang	100,0%		100,0%		>0,05
Oberkörperhochlagerung	90,0%		90,0%		>0,05
Sauerstoffgabe	88,4%		85,9%		>0,05
pSO^2 >95% bei Übergabe	**95,2%**		**85,4%**		**0,001**
12-Kanal-EKG	97,9%		98,0%		>0,05
Monitoring	98,4%		99,0%		>0,05
Nitrogabe bei RR>90mmHG	52,7%	n=182	55,0%	n=191	>0,05
Analgesie (Opiat) bei NRS>5	90,0%	n=50	91,1%	n=56	>0,05
ASS	**70,9%**		**86,9%**		**<0,001**
präklinische Lyse	0,0%		0,0%		>0,05
Zielklinik mit PTCA	**76,7%**		**95,5%**		**<0,001**
Prähospitalzeit <60min	**66,1%**		**81,9%**		**<0,001**

Tab. 11: Tracerauswertung: Auswertung und Subgruppenanalyse der Tracer-Diagnose „Akutes Koronarsyndrom“ am Notarztstandort Blaubeuren 2008-2011, Auswertung nach Alter und Notfallschwere nach der Klassifikation des National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) in den Patientengruppen mit Transport in Zielkliniken mit und ohne PTCA-Fähigkeit (perkutane, transluminale Coronarangioplastie)

	Transport in Zielklinik mit PTCA	**Transport in Zielklinik ohne PTCA**
Alter in Jahren	70,2	72,7
Anteil NACA 4-6	89,9%	51,7%

Nach oben stehender Tracerauswertung wurde eine Subgruppenanalyse durchgeführt, um die Gruppe der ACS-Patienten die in Blaubeuren notfallmäßig versorgt, jedoch in eine Zielklinik ohne Herzkatheter gebracht wurden, genauer beschreiben zu können. Zunächst fiel auf, dass diese Patienten mit im Mittel 72,7 Jahren älter als die anderen ACS Patienten waren. Beim Vergleich der NACA-Scores ergab sich ein Anteil von 89,9% NACA 4-6 für die Patienten die in eine Klinik mit PTCA transportiert wurden, gegenüber einem Anteil von nur 51,7% NACA 4-6 bei denen die in eine Klinik ohne diese Fähigkeit gebracht wurden. Der Unterschied war statistisch signifikant. Außerdem war unter dieser Gruppe kein einziger Patient mit NACA 5, oder mit dokumentierten infarktsuspekten EKG-Veränderungen

3.5.3 Akuter Schlaganfall

Der Anteil männlicher Patienten lag in Blaubeuren bei 55,8%, während es in Ingolstadt nur 48,7% waren. Die Altersverteilung war an beiden Standorten beinahe identisch.

Bei der Versorgungsqualität fanden sich signifikante Unterschiede bezüglich der Filterkriterien „Zielklinik mit zertifizierter Stroke-Unit“ und „Prähospitalzeit unter 60min“. Beide Kriterien wurden in Ingolstadt häufiger erfüllt.

Tab. 12: Tracerauswertung: Auswertung der Tracer-Diagnose „Akuter Schlaganfall“ (Apoplex) anhand der Qualitätsmanagementkriterien „venöser Zugang“, „Oberkörperhochlagerung“, „Sauerstoffgabe“, „Erreichen einer peripheren Sauerstoffsättigung (pSO²) über 95%“, „Messung der Blutzuckerkonzentration“, „Monitoring“, „Gabe von Katecholaminen bei systolischen Blutdrücken unter 110mmHg gemessen nach Riva-Rocci (RR)“, „Bludruck (RR) bei Übergabe optimal“, „Patientenversorgungszeit unter 20min“, „präklinische Lyse“, „Zielklinik mit zertifizierter Stroke-Unit“ und „Prähospitalzeit unter 60 Minuten“ an den untersuchten Notarztstandorten Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

Apoplex Tracerauswertung					
	BB		**ING**		
n=	175		128		
Alter in Jahren [Median]	76		77		
Alter in Jahren [Mittelwert]	73,9		73,1		
Anteil Männer	55,8%		48,7%		
Anteil am Gesamtkollektiv	9,16%		6,70%		
					p-Werte
venöser Zugang	97,7%		96,9%		>0,05
Oberkörperhochlagerung	82,9%		89,1%		>0,05
pSO² bei Übergabe >95%	90,3%		86,7%		>0,05
BZ	93,1%		91,4%		>0,05
Monitoring	98,9%		96,9%		>0,05
Katecholamine bei RR <110mmHg	40,0%	n=15	40,0%	n=10	>0,05
Ebrantilgabe bei RR >220mHg	77,8%	n=9	50,0%	n=2	>0,05
RR bei Übergabe optimal (160-200mmHg)	44,0%		50,0%		>0,05
Patientenversorgungszeit <20min	44,0%		54,7%		>0,05
Zielklinik mit zertifizierter Stroke-Unit	**79,4%**		**100,0%**		**<0,001**
Prähospitalzeit <60min	**66,9%**		**78,1%**		**0,039**

3.5.4 Schädel-Hirn-Trauma

Eingeschlossen wurden hier alle isolierten mittelschweren und schweren Schädel-Hirn-Traumata, definiert mit einem GCS <13 ohne relevante Nebenverletzungen.
Aufgrund der geringen Fallzahlen war die Aussagekraft der Untersuchung beim SHT eingeschränkt und die Unterschiede verfehlten durchweg statistische Signifikanz. Trotzdem fiel auf, dass im ländlichen Blaubeuren das Schädel-Hirn-Trauma häufiger Kinder betraf, während es sich im städtischen Ingolstadt häufiger um Patienten im mittleren und hohen Lebensalter handelte. Außerdem waren in Ingolstadt Frauen häufiger betroffen als in Blaubeuren.
Bei den geringen Fallzahlen konnten keine signifikanten Unterschiede bei der Patientenversorgung gemessen werden. Es zeigten sich jedoch an beiden Standorten Defizite bei der Einhaltung der Filterkriterien. So wurde die Halswirbelsäule nicht konsequent immobilisiert und eine Oberkörperhochlagerung erfolgte, auch bei ausreichendem Blutdruck, nur selten. Außerdem fiel auf, dass nicht immer der Blutglucosespiegel bestimmt wurde. Besondere Probleme hatten die Notärzte in Blaubeuren eine Prähospitalzeit unter 60min zu gewährleisten, sowie den Patienten mit einem systolischen Blutdruck über 120mmHg an die Zielklinik zu übergeben.

Tab. 13: Tracerauswertung: Auswertung der Tracer-Diagnose „Schädel-Hirn-Trauma“ (SHT) anhand der Qualitätsmanagementkriterien „venöser Zugang“, „Immobilisation“, „Oberkörperhochlagerung bei ausreichendem Blutdruck (RRsys >120mmHg)“, „Analgesie mit Opiat oder Ketamin“, „Intubation bei Glasgow-Coma-Scale (GCS) <9“, „Glucosegehaltsmessung im Vollblut“, „Monitoring“, „Erreichen einer peripheren Sauerstoffsättigung (pSO²) über 95%“, „systolischer Blutdruck (RRsys) bei Übergabe >=120mmHg“, „Zielklinik mit Neurochirurgie“ und „Prähospitalzeit unter 60 Minuten“ an den untersuchten Notarztstandorten Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

SHT Tracerauswertung					
	BB		**ING**		
n=	14		5		
Alter in Jahren [Median]	15		69		
Alter in Jahren [Mittelwert]	34,1		55,4		
Anteil Männer	45,5%		25%		
Anteil am Gesamtkollektiv	0,73%		0,26%		
					p-Werte
venöser Zugang	85,7%		100%		>0,05
Immobilisation	85,7%		60%		>0,05
Oberkörperhochlagerung (bei RRsys>120mmHG)	42,9%		0%		>0,05
Analgesie mit Opiat oder Ketamin	35,7%		40%		>0,05
Intubation bei GCS<9	100,0%	n=3	---	n=0	
Glucosegehaltsmessung im Vollblut	71,4%		80%		>0,05
Monitoring	100,0%		100%		>0,05
pSO² bei Übergabe >95%	100,0%		100%		>0,05
RRsys bei Übergabe >=120mmHg	28,6%		60%		>0,05
Zielklinik Neurochirurgie	100,0%		100%		>0,05
Prähospitalzeit <60min	50,0%		100%		>0,05

3.5.5 Polytrauma

Die Fallzahlen der Patienten mit Polytrauma waren noch geringer als beim Schädel-Hirn-Trauma. Daher ist auch bei dieser Tracer-Diagnose die Aussagekraft der Untersuchung durch mangelnde Fallzahlen eingeschränkt.

Erneut fiel auf, dass das Polytrauma am ländlichen Standort eher Kinder und junge Patienten betraf. An beiden Standorten überwogen männliche Patienten.

Signifikante Unterschiede in der Versorgungsqualität konnten auch hier aufgrund der geringen Fallzahlen nicht gemessen werden.

Allerdings fiel in Blaubeuren die hohe Intubationsrate und eine Prähospitalzeit unter 60 Minuten, bei fünf von neun Patienten auf. Nur bei vier von neun Patienten lag der systolische Blutdruck bei Übergabe über 120mmHg.

Tab. 14: Tracerauswertung: Auswertung der Tracer-Diagnose „Polytrauma“ anhand der Qualitätsmanagementkriterien „venöser Zugang“, „Immobilisation“, „Analgesie mit Opiat oder Ketamin“, „Intubation“, „Glucosegehaltsmessung im Vollblut bei begleitendem Schädel-Hirn-Trauma (BZ bei SHT)“, „Monitoring“, „Erreichen einer peripheren Sauerstoffsättigung (pSO²) über 95%“, „systolischer Blutdruck (RRsys) bei Übergabe >=120mmHg“, „Zielklinik mit Traumazentrum“ und „Prähospitalzeit unter 60 Minuten“ an den untersuchten Notarztstandorten Blaubeuren (BB) 2008-2011 und Ingolstadt (ING) 2008-2009

Polytrauma Tracerauswertung					
	BB		**ING**		
n=	9		3		
Alter in Jahren [Median]	20		43		
Alter in Jahren [Mittelwert]	26,5		42,3		
Anteil Männer	55,6%		100%		
Anteil am Gesamtkollektiv	0,47%		0,16%		
					p-Werte
venöser Zugang	100,0%		100,0%		>0,05
Immobilisation	100,0%		100,0%		>0,05
Analgesie mit Opiat oder Ketamin	89,9%		100,0%		>0,05
Intubation	78,8%		33,3%		>0,05
BZ bei SHT	78,8%		33,3%		>0,05
Monitoring	100,0%		100,0%		>0,05
pSO² bei Übergabe >95%	100,0%		100,0%		>0,05
RRsys bei Übergabe >=120mmHg	44,4%		33,3%		>0,05
Zielklinik mit Traumazentrum	100,0%		100,0%		>0,05
Prähospitalzeit <60min	55,5%		66,6%		>0,05

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Einsatzfrequenz

Gleich bei der ersten gemessen Größe fällt ein enormer und statistisch hochsignifikanter Unterschied bezüglich der durchschnittlichen Einsatzfrequenz ländlicher und städtischer Notarztdienste auf. Diese lag im städtischen Bereich mehr als dreimal höher als im ländlichen. Derartige Unterschiede konnten auch in anderen Untersuchungen bestätigt werden. [61, 78]

Ein Einflussfaktor auf die Einsatzfrequenz ist die Bevölkerungsdichte. Bei einer annähernd gleich hoch liegenden Notarztrate, nämlich der Zahl der Notarzteinsätze pro 100 000 Einwohner im ländlichen und städtischen Umfeld [100], würde bei der um ein Vielfaches geringeren Bevölkerungsdichte von weniger als 140 Einwohnern pro km² [109] im Alb-Donau-Kreis, im Vergleich zu knapp 4000 Einwohnern pro km² in den relevanten Stadtteilen Ingolstadts [108], eine extrem geringe Einsatzfrequenz resultieren, solange die Größe der Einzugsgebiete der Notarztstandorte gleich wäre. Dies ist in der Praxis natürlich nicht der Fall. Die zweite wesentliche Einflussgröße auf die Einsatzfrequenz eines Notarztstandortes ist daher die Größe seines Einzugsgebietes. Diese kann jedoch nicht beliebig groß gewählt werden, um höhere Einsatzfrequenzen zu schaffen. Der Grund dafür ist, dass größere Einsatzgebiete auch weitere Anfahrts-und Transportwege bedeuten und damit die Einhaltungsrate der Hilfsfristen verschlechtert würde. [61]

Dieser einfache Zusammenhang bedeutet in der Praxis jedoch zwangsläufig Kompromisse bei der Planung und im Betrieb von Notarztstandorten, zwischen kurzen Anfahrtswegen einerseits und wirtschaftlich vertretbaren Einsatzfrequenzen andererseits. Bezüglich dieser wirtschaftlichen Überlegung ist der untersuchte ländliche Standort Blaubeuren sicherlich an der absoluten Untergrenze.

Geringe Einsatzfrequenzen sind jedoch nicht nur ein wirtschaftliches Problem, vielmehr ergeben sich auch Fragestellungen für die Ausbildung, Weiterbildung und Inübunghaltung von Notärzten und Assistenzpersonal. Wir verdeutlichen dies am Beispiel einer groben Schätzung zur endotrachealen Intubation.

In Blaubeuren wurden in mehr als drei Jahren, 1917 Primäreinsätze absolviert. Dabei wurden 75 Patienten präklinisch intubiert, mehr als die Hälfte im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation. Bei einer Einsatzfrequenz von 1,62 Einsätzen pro Tag hieße das, dass statistisch nur etwa alle 380 Einsatzstunden mit einer Intubationssituation zu rechnen sei. Wie lange ein Notarzt letztlich braucht, um einen solchen Notfall tatsächlich zu erleben hängt auch von der Häufigkeit seiner notärztlichen Tätigkeit ab, die zwischen verschiedenen Notärzten sehr unterschiedlich sein kann. [46]

Am Standort Blaubeuren werden viele Dienste durch Ärzte der Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Bundeswehrkrankenhauses Ulm abgedeckt, diese sind regelmäßig als Notärzte tätig und häufig auch im Regeldienst als Notärzte auf dem Luftrettungsmittel Ch 22 eingesetzt. Ein großer Teil der Notärzte, gerade im Bereich der Landrettung, rekrutiert sich aber aus den Disziplinen der Chirurgie, Inneren Medizin und Allgemeinmedizin. Sie führen den Notarztdienst neben ihrer eigentlichen klinischen oder ambulanten Tätigkeit durch. Es ist davon auszugehen, dass viele dieser Ärzte auf nicht mehr als einen Notarztdienst pro Monat kommen und auch in ihrer eigentlichen Tätigkeit nicht intubieren. [14] Daraus würde statistisch eine Intubation in 16 Monaten resultieren. Es ist klar, dass die genannte Intubationsfrequenz zum Fähigkeitserhalt nicht ausreichend ist. Studien belegen, dass zum Fähigkeitserwerb und Fähigkeitserhalt, deutlich mehr Intubationen nötig sind. [17]

Weitere Beispiele: Selbst wenn man eine sehr regelmäßige Notarzttätigkeit von 30 Diensten pro Jahr der Schätzung zu Grunde läge, würde man am Standort Blaubeuren statistisch nur einmal in 25 Jahren eine Thoraxdrainage (0,08% aller Einsätze eines bodengebundenen Notarztdienstes [46]) legen. Diese fehlende Praxis darf auch als Grund vermutet werden, warum in einer anderen Untersuchung 32% aller Notärzte angaben, trotz eindeutiger Indikation, schon

mindestens einmal auf die präklinische Anlage einer Thoraxdrainage verzichtet zu haben. [123]

Auch die Versorgung von Schwerstverletzten oder Neugeborenen sind seltene Einsätze, die nicht allein durch die Tätigkeit als bodengebundener Notarzt in einem ländlichen Notarztdienst erlernt und in Übung gehalten werden können.

Wenngleich es sich hierbei um eine sehr grobe Schätzung handelt reicht sie doch aus um ein Problem niedriger Einsatzzahlen zu verdeutlichen. Ganz generell ist nicht davon auszugehen, dass seltene Prozeduren oder Einsatzbilder nur aufgrund der präklinischen Einsatzerfahrungen, durch den durchschnittlichen Notarzt beherrschbar sind. Neben der initialen Ausbildung, kommt daher der kontinuierlichen Weiterbildung ein großer Stellenwert zu. Hierbei wird, seit Jahren erfolgreich und in Zukunft wohl noch stärker, das Simulatortraining zum Einsatz kommen, da hier auch seltene und komplexe Einsatzsituationen geübt und ausgewertet werden können. Auch wenn dies in einem künstlichen Setting stattfindet, haben Untersuchungen gezeigt, dass zum Teil erhebliche Stresslevel bei den Teilnehmern erreicht werden [60].

4.2 Diskussion der Altersverteilung

Bei der Altersstruktur der beiden Kollektive fielen keine signifikanten Unterschiede auf. Die Mittelwerte lagen bei 57,90±24,92 Jahren in Blaubeuren und 57,39±24,68 Jahren in Ingolstadt, die Mediane lagen mit 64 und 66 Jahren im Senium und bestätigten damit Zahlen aus anderen Arbeiten und Kollektiven [16, 40, 78]. Die rein traumatologischen Patienten des Traumaregisters® der DGU waren im Mittel 44,4 Jahre alt, also etwa 13 Jahre jünger als die Patienten dieser Studie[72]. Im Rahmen einer Doktorarbeit aus Daten des Reanimationsregisters am Standort München, wurde das Alter dieser Patienten im Mittel mit 66,3 Jahren gemessen [101]. Dies liegt, daran dass die Genese des Kreislaufstillstandes überwiegend kardial bedingt ist [101] und daher hochbetagte Patienten häufiger betroffen sind. Wie wir später bei der Auswertung der Tracer-Diagnosen noch feststellen werden, sind Patienten mit akutem Koronarsyndrom auch in Blaubeuren und Ingolstadt, mit

im Mittel 70,15 und 69,84 Jahren, deutlich älter als der Durchschnitt der untersuchten Notfallpatienten.

Zwischen den Boxplots der Alterverteilung der beiden Standorte bestehen ebenfalls kaum Unterschiede. Generell wird aber deutlich, dass die Altersverteilung nicht normalverteilt ist. Oberhalb des Medians kommt es zu einer Kompression des Interquartilenabstands, was den hohen Anteil älterer Patienten am notfallmedizinischen Kollektiv wiederspiegelt.

Multimorbidität im Alter ist eine generelle Herausforderung im Gesundheitssystem und vor dem Hintergrund einer alternden Bevölkerung darf, sowohl für die ländliche, als auch für die städtische Rettung mit steigenden Einsatzzahlen bei geriatrischen Patienten gerechnet werden. Besonders bei älteren Patienten können geringere physiologische Reserven dazu führen, dass eigentlich weniger bedrohliche Erkrankungen, wie beispielsweise Harnwegsinfekte, hochakut verlaufen und über Exsikkose und Vigilanzminderung, oder gar Sepsis zur Notarztindikation werden können, während ein junger Patient mit ambulanter Therapie durch den Hausarzt adäquat versorgt gewesen wäre.

Es gibt außerdem Hinweise darauf, dass bei eingeschränkter oder späterer Verfügbarkeit des hausärztlichen Notdienstes, die Patienten auf die anscheinend stets und schnell verfügbaren Rettungsmittel umsteigen: Ein Fehlanreiz des Gesundheitssystems, der eine teure und knappe Ressource unnötig bindet. [98]

Am anderen Ende der Altersverteilung stellen die Kindereinsätze immer wieder eine Herausforderung dar. [10] Hier wurden ebenfalls etwa gleich hohe Anteile zwischen dem ländlichen und dem städtischen Kollektiv gefunden. Bei Einsätzen mit Kleinkindern (0-5 Jahre) gab es einen Trend zu mehr Einsätzen in Ingolstadt, wobei dieser bei geringen Fallzahlen mit $p=0,055$ statistisch nicht-signifikant blieb. Verglichen mit anderen Arbeiten war der Anteil der Kindereinsätze etwas geringer, obwohl die Altersgrenzen nicht immer einheitlich gewählt werden, zum Beispiel fanden Gries et al. [46] etwa 5% Kindernotfälle bei Patienten bis zu 7 Jahren. An drei weiteren Standorten wurden ebenfalls vergleichbare Anteile von Kindereinsätzen gefunden [15].

Bei den insgesamt seltenen Kindereinsätzen muss auch, wie zuvor am Beispiel der präklinischen Intubationen und Anlage von Thoraxdrainagen die Frage gestellt werden, wie bei geringen Einsatzfrequenzen die Inübunghaltung gewährleistet werden kann, um diesen häufig als besonders belastend empfundenen Einsätzen begegnen zu können. [14, 15, 65] In einer Untersuchung von Zink et al. gaben 84% der befragten Notärzte an, schon einmal Angst oder Überforderung im Zusammenhang mit pädiatrischen Notfällen verspürt zu haben. [123] Hinzu kommt, dass nur wenige Notärzte in ihrer eigentlichen Tätigkeit regelmäßig pädiatrische Patienten behandeln.

Hochinteressant war die gefundene Altersverteilung bei den schweren traumatologischen Tracer-Diagnosen SHT und Polytrauma. Während das schwere Trauma städtisch eher ältere und häufig auch betagte Patienten betraf, das Alter lag im Median bei 46 und im Mittel bei 51 Jahren, waren die Patienten im ländlichen Umfeld deutlich jünger mit einem Altersmedian von 19 und einem mittleren Alter von 31 Jahren. Als Erklärung dafür können andere Traumamechanismen herangezogen werden, die beispielsweise an der ländlichen Freizeitgestaltung und Infrastruktur liegen. Auf diesen Punkt kommen wir noch bei der Diskussion der Häufigkeitsverteilung der Tracer-Diagnosen unter 4.5.1 zurück.

Das Trauma ist weltweit die führende Todesursache in der Gruppe der unter 45-Jährigen und hat damit auch eine große sozioökonomische Bedeutung. [26] Gleichzeitig dominieren in der Gruppe der über 75-Jährigen zwar die internistischen Notfallbilder, jedoch geht das Trauma bei ihnen mit einer besonders hohen Letalität einher. [11] Weiterhin muss bei diesen Patienten auch immer eine internistische Ursache für den Unfall in Betracht gezogen werden, wie zum Beispiel eine Hypoglykämie, ein Schlaganfall oder ein kardiales Rhythmusereignis.

Im nationalen Vergleich mit Zahlen aus dem Traumaregister wurde dort ein mittleres Alter von 38,5 Jahren für polytraumatisierte Patienten publiziert. [11]

4.2.1 Art der Einsätze und Notfallschwere ländlich vs. städtisch

Bei der Betrachtung überwogen an beiden Standorten jeweils die nicht-traumatologischen gegenüber den traumatologischen Notfällen. Dieses Verhältnis wurde auch durch andere Arbeitsgruppen festgestellt, so fand Bernhard 2004 [16] in Heidelberg einen Traumaanteil von 18% der Gesamteinsätze. Im mit Heidelberg vergleichbaren städtischen Standort Ingolstadt, stellten wir einen Traumaanteil von 16,32% fest, während der Anteil im ländlichen Notarztdienst Blaubeuren bei 22,22% lag ($p<0,001$). Ebenfalls spannend an der Arbeit von Bernhard ist, dass sie die Entwicklung des Traumaanteils im Verlauf von 20 Jahren zeigt. 1984 lag dieser noch bei 39,2%.

Die organisierte Notfallmedizin hat seit ihren Anfängen in den 60er Jahren einen kontinuierlichen Wandel von einer traumatologischen Disziplin hin zu einem internistisch dominierten Querschnittsfach vollzogen. Dabei wurden Ansätze die initial aus dem Bereich der Traumaversorgung stammten, immer wieder so erweitert und verallgemeinert, dass sie auch für andere Notfallarten dienlich sein konnten. Beispielhaft sind hier das systematische, schrittweise Vorgehen nach dem ABCDE-Schema (1. Airway, 2. Breathing, 3. Circulation, 4. Disabilities, 5. Exposure) [111, 113], sowie der ursprünglich innerklinisch-chirurgische NACA-Score [112] zu nennen.

Als weiteren Grund für den höheren Anteil nicht-traumatologischer Notfälle ist das sozioökonomische Gefälle zu nennen, schließlich fallen die psychischen Notfälle auch in diese Kategorie. Bei den „psychiatrischen und psychosozial bedingten Notfällen“ handelt es sich um eine sehr heterogene Gruppe von Notarztindikationen wie Substanzmissbrauch, Panikstörungen, Psychosen, Suizidalität, familiärer Gewalt, antisozialem Verhalten, Deliquenz und Notlagen aus Vereinsamung und Verelendung. [78] Die Häufigkeit dieser Notfälle wurde in anderen Arbeiten mit etwa 12% angegeben, bei den Empfängern von Sozialleistungen, machte diese Kategorie jedoch über 30% aller Einsatzindikationen aus. [78] Es muss kritisch hinterfragt werden, ob die Ausbildungsrealität der Notfallmediziner heute, dieser gestiegenen Herausforderung hinreichend Rechnung trägt. [12, 77, 90]

Ganz allgemein ist diese Einsatzkategorie städtisch deutlich häufiger und kann somit zum höheren Anteil nicht-traumatologischer Einsätze beigetragen haben.

Bei der Auswertung der Notfallschwere fiel der deutlich höhere Anteil potentiell lebensbedrohlich erkrankter Patienten, definiert mit NACA IV-VI, im ländlichen Umfeld auf. Auch in einem weiteren städtischen Kollektiv lag der Anteil lebensbedrohlicher Notfälle bei 38,8% und somit niedriger als im ländlichen Blaubeuren. [16]

Ein möglicher Erklärungsansatz dafür wäre eine schlechtere Kontrolle der chronischen Morbiditäten durch geringeres Inanspruchnahmeverhalten der regulären ambulanten Versorgung bei der ländlichen Bevölkerung. [114] Es herrscht ein gewisser Facharztmangel im ländlichen Bereich, wohingegen in Städten teilweise sogar Überschuss besteht. [79] Eventuell hat dies auch Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und Teilnahme an Vorsorgeuntersuchungen. Plakativ könnte man hier einen ländlichen Patienten vor Augen haben, der erst im akuten Koronarsyndrom über die Notfallmedizin einer Behandlung zugeführt wird, während ein vergleichbarer städtischer Patient möglicherweise bereits bei Frühsymptomen wie Leistungsminderung und Dyspnoe in Behandlung gekommen wäre. Ein gewisser Einfluss ist eventuell auch dem höheren Traumaanteil auf dem Land zuzuschreiben.

Eine weitere Erklärungsmöglichkeit bieten Luiz et al. an. Auch sie fanden einen größeren Anteil lebensbedrohlicher Einsätze in Vororten, im Vergleich zur Kernstadt. Sie halten es für möglich, dass intaktere Sozialstrukturen (Familie, Freunde, kirchliche Institutionen etc.) weniger schwerwiegende Notfälle auffangen können und somit der Anteil schwerer Notfälle im ländlichen Bereich, relativ betrachtet höher erscheint. [78]

Auch hier wird wieder die soziale Dimension von Krankheit und Gesundheit im Allgemeinen, sowie der präklinischen Notfallmedizin im Speziellen deutlich. Es gibt verschiedene Arbeiten, die einen Zusammenhang zwischen Morbidität und Mortalität auf der einen Seite, sowie sozialen Faktoren, wie Bildung, Einkommen und Herkunft auf der anderen Seite zeigen. [3, 27, 44, 57, 63]

Einschränkend muss nochmals betont werden, dass der hier erhobene NACA-Score eine subjektive Größe darstellt, die zwar weite Verbreitung in ähnlichen Arbeiten findet, jedoch nicht auf objektivierbaren Parametern basiert, wie es beispielsweise der M-NACA versucht. [94] Letzterer hat bisher aber keine flächendeckende Verwendung gefunden und wird deswegen auch hier nicht weiter behandelt. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Einschätzung der Notfallschwere zum Beispiel auch vom Erfahrungsgrad des behandelnden Notfallmediziners abhängig ist. [68]

4.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten einsatztaktisch relevanter Größen

4.3.1 Ambulante Notarztversorgung vs. stationäre Einweisung

Wir stellten fest, dass sich die im städtischen Umfeld tätigen Notärzte etwa 40% häufiger für die ambulante notärztliche Versorgung entschieden, als ihre Kollegen in Blaubeuren. Dies könnte zum einen mit dem höheren Anteil von Patienten mit lebensbedrohlichen Notfällen auf dem Land zusammenhängen, zum anderen erscheint die ambulante Versorgung in Städten aufgrund der dichteren medizinischen Infrastruktur auch im Falle einer späteren Symptomverschlechterung sicherer.

Bei der Güterabwägung der ambulanten Notarztversorgung steht auf der einen Seite die Patientensicherheit, auf der anderen Seite eine Ressourcenknappheit, sowohl im präklinischen, als auch im klinischen Umfeld. Patienten die keine stationäre Abklärung oder Therapie benötigen, würden das Rettungsmittel unnötig blockieren und gleichzeitig Kapazitäten des Krankenhauses auslasten. Dies verursacht nicht nur Kosten und ist daher ineffizient, sondern beeinträchtigt den Patientenkomfort beeinträchtigt und stellt zusätzlich auch eine Gefahr für die Sicherheit des Patienten dar, wenn man beispielsweise an das Risiko unnötiger Diagnostik oder nosokomiale Infektionen denkt.

Maximaldiagnostik und Maximaltherapie müssen nicht immer im Sinne des Patienten sein. Allerdings sollte man sich im Zweifelsfall zur sicheren Seite hin irren, daher werden gerade unerfahrenere Notärzte häufiger den Transport in die nächstgeeignete Klinik bevorzugen.

Für diese Entscheidung bestehen wiederum spezifische Einflussfaktoren zwischen Stadt und Land. Beispielsweise die dichtere medizinische Infrastruktur, oder bessere Verfügbarkeit persönlicher sozialer Hilfssysteme, wie Familie, Freunde, Nachbarn etc. Als Beispiel sei der ältere Patient mit Hypoglykämie nach Insulinüberdosierung genannt. Im städtischen Bereich würde man sich nach Glukoseinfusion und Aufklaren des Patienten, vor dem Hintergrund der gegebenen dichten Infrastruktur und Ressourcen, häufig zur ambulanten Versorgung entschließen. Wenn der gleiche Patient nun beispielsweise allein auf einem entlegenen Hof auf der schwäbischen Alb wohnt, könnte die ambulante Versorgung den Patienten gefährden.

4.3.2 Einsatzzeiten ländlicher vs. städtischer Notarztdienste

Der Vergleich der Einsatzzeiten ergab verschiedene Unterschiede, so waren die Gesamteinsatzzeiten in Blaubeuren im Mittel 20% länger als in Ingolstadt. Bei genauerer Analyse stellten wir fest, dass die Anfahrtszeit für diesen Unterschied nicht verantwortlich gemacht werden konnte. Zwar ergab sich auch hier ein signifikanter Unterschied, jedoch waren die Anfahrtszeiten in Blaubeuren nur durchschnittlich 18 Sekunden pro Einsatz länger. Dieser geringe Unterschied war bei dem deutlich größeren Einzugsgebiet des Notarztstandortes Blaubeuren beachtlich, lag aber auch wesentlich an der schnelleren Fortbewegung auf dem Land als in der Stadt.

Bei der Vor-Ort-Zeit gab es ebenfalls einen statistisch signifikanten Unterschied: Diese war in Blaubeuren durchschnittlich etwa eine Minute länger, als am Vergleichsstandort. Zum einen könnte das an dem höheren Anteil lebensbedrohlich verletzter oder erkrankter Patienten am ländlichen Standort gelegen haben, zum anderen müssen vor einem längeren Transport, eventuell auch aufwendigere Vorbereitungen getroffen werden. Beispielsweise könnte der

städtische Notarzt, bei einem Notfall in direkter Umgebung der Zielklinik auf eine indizierte Maßnahme verzichten, wenn diese in der Klinik schneller, besser oder sicherer durchgeführt werden könnte. Der ländliche Notarzt hingegen, der mit einer Transportzeit von 30 Minuten und mehr rechnet, würde eher nicht auf diese Maßnahme verzichten.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Vor-Ort-Zeit könnte die Auswahl der Zielklinik gewesen sein. Das Klinikum Ingolstadt als Haus der Maximalversorgung, ist für fast alle Notfallpatienten ein geeignetes Transportziel gewesen. In Blaubeuren hingegen muss der Notfallmediziner eventuell länger planen welche Klinik geeignet ist und über die Leitstelle abfragen, inwieweit sie über hinreichende Versorgungskapazitäten verfügt. Dieser Planungprozess könnte möglicherweise ebenfalls einen negativen Einfluss auf die ländlichen Vor-Ort-Zeiten gehabt haben.

Ein Großteil der längeren Gesamteinsatzzeiten entfiel auf die längeren ländlichen Transportzeiten. Wie bereits beschrieben ist das zentral im Einzugsgebiet des Standortes gelegene Kreiskrankenhaus Blaubeuren, nur für einen Teil der Notfallpatienten eine geeignete Zielklinik. Patienten die aufgrund der Notfallschwere einen höheren Bedarf an Diagnostik und Therapie haben, mussten zumeist ins 20 - 30km entfernte Ulm transportiert werden. So kam es, dass die Patienten im Durchschnitt fast drei Minuten länger transportiert wurden, mit einer ebenfalls deutlich größeren Standardabweichung als in Ingolstadt.

Wie die Subgruppenanalyse bei den Tracer-Diagnosen zeigt, sind diese besonders von langen Transportzeiten betroffen, was dem weiten Transport in die Ulmer Schwerpunktkliniken geschuldet ist. In Ingolstadt hingegen gibt es keine signifikanten Unterschiede bezüglich der durchschnittlichen Transportzeiten zwischen Tracer-Diagnosen und Nicht-Tracer-Diagnosen, da beide in die selbe Zielklinik gebracht werden konnten.

Ebenfalls zu erwähnen ist die geringe Datenvollständigkeit für die Transportzeit in Ingolstadt. Es wäre möglich, dass die dort tätigen Notärzte insbesondere bei besonders kurzen Transporten, nicht ausreichend dokumentieren konnten. Dadurch könnte der wahre Unterschied der Transportzeiten zwischen Stadt und

Land tatsächlich noch größer gewesen sein, als es diese Erhebung nachweisen konnte.

4.4 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bei den Tracer-Diagnosen

4.4.1 Häufigkeiten der Tracer-Diagnosen ländlich vs. städtisch

Das akute Koronarsyndrom machte sowohl am ländlichen als auch am städtischen Standort etwa 10% aller Notarzteinsätze aus. Auch die demographischen Daten waren vergleichbar verteilt. Diese Größenordnung fand sich ebenfalls in anderen, früher untersuchten Kollektiven wieder. [46]

Ein auffällig deutlicher Unterschied ergab sich beim Apoplex, welcher in Blaubeuren etwa 50% häufiger als in Ingolstadt vorkam. Es scheint sehr schwer vorstellbar, dass diese Häufung repräsentativ für die Verteilung von Schlaganfällen zwischen Stadt und Land ist. Man könnte spekulieren, ob das höhere Durchschnittsalter der Landbevölkerung dort häufiger Schlaganfälle verursacht als in urbanen Regionen, allerdings würde dies den hier gefunden Unterschied nicht erklären, da wir relative Daten bezogen auf das Kollektiv der Notfallpatienten und keine absoluten Daten bezogen auf die Gesamtbevölkerung vergleichen. Vielmehr schlägt sich an dieser Stelle ein weiterer Einflussfaktor im dualen deutschen Rettungssystem mit RTW und NEF/NAW/RTH nieder: Die Entscheidung ob und welches arztbesetzte Rettungsmittel disponiert wird obliegt der Rettungsleitstelle. Obwohl diese natürlich Vorgaben für die Entsendung der verschiedenen Ressourcen hat [21], so gibt es doch regionale Unterschiede zwischen verschiedenen Leitstellen.

Der hier gemessene Unterschied zwischen den beiden Kollektiven kann so einer lokalen Besonderheit zugeschrieben werden. Auf Nachfrage in den jeweiligen Leitstellen fanden wir in Ingolstadt heraus, dass in Anbetracht der kurzen Transportzeiten und der hohen Auslastung des NEF teilweise nur ein RTW entsendet werden konnte. In Blaubeuren hingegen seien bei jedem Verdacht auf

Schlaganfall gemäß Notarztindikationskatalog NEF und RTW zum Einsatz gekommen. [21]

Harding et al. haben 2012 versucht über standardisierte Abfragen die Disposition von arztbesetzten Rettungsmitteln für die Leitstellen zu vereinheitlichen [51]. Über den aktuellen Grad der Durchdringung dieser Empfehlungen in den über 300 Leitstellen in Deutschland (Stand 2000) gibt es keine weitere Literatur.

Weiterhin besteht schon länger eine Diskussion darüber, inwieweit ein Schlaganfallpatient überhaupt notärztlich behandelt werden muss, oder ob ihm mit einem verzögerungsfreien Transport zur nächsten spezialisierten Stroke-Unit nicht am besten geholfen werden könnte. Diesen Gedanken werden wir bei der Diskussion der Versorgungsqualität der Patienten mit der präklinischen Verdachtsdiagnose Schlaganfall nochmals aufgreifen.

Bei den traumatologischen Tracern SHT und Polytrauma fielen die durchweg niedrigen Anteile an den Gesamtkollektiven auf. Allerdings kamen sowohl SHT, als auch Polytrauma im ländlichen Blaubeuren etwa dreimal so häufig vor wie in der Stadt.

Ein möglicher Grund kann in einem anderen Freizeitverhalten auf dem Land gesucht werden, beispielsweise könnte an Reitunfälle, Fahrradunfälle, Kletter- und Bergsportunfälle gedacht werden. Bei den Verkehrsunfällen kommt die höhere Geschwindigkeit außerhalb geschlossener Ortschaften zum Tragen. Gerade Unfälle mit Motorradfahrern sind auf den Landstraßen ländlicher Notarztdienste häufiger als im städtischen Umfeld und gehen aufgrund der größeren Rasanz als innerhalb geschlossener Ortschaften häufig auch mit schwereren Verletzungen einher. [5, 99]

Wie bei der Diskussion der Altersverteilung bereits angesprochen waren die Patienten mit schweren traumatologischen Tracer-Diagnosen im ländlichen Bereich deutlich jünger, als am Standort der Stadtrettung. Dies unterstreicht die These, dass andere Verhaltensweisen und infrastrukturelle Unterschiede im ländlichen Bereich häufiger zu schweren Traumata führen können.

Nochmals sei an dieser Stelle die Bedeutung geringer Einsatzfrequenzen und die Seltenheit einiger Tracer-Diagnosen für die Ausbildung und Inübunghaltung von Notärzten erwähnt. So handelt es sich beispielsweise nur bei jedem 200. Notfallpatienten in Blaubeuren um ein Polytrauma. Bei der gegebenen Einsatzfrequenz würde ein Notarzt also nur bei jedem 123. ganztägigen Notarztdienst einen Schwerstverletzten versorgen, daher ist es wichtig, dass Notärzte auch außerhalb ihrer praktischen Tätigkeit trainiert werden. Hier kommen Simulator-Trainings oder praxisnahe Kurskonzepte wie zum Beispiel Pre Hospital Trauma Support (PHTLS®) [121] zum Tragen. Wichtig ist es dabei auch, dass diese Kurse regelmäßig aufgefrischt werden. Das PHTLS-Zertifikat beispielsweise hat eine Gültigkeit von vier Jahren.

4.5 Versorgungsqualität der Tracer-Diagnosen ländlich vs. städtisch

Wie bereits im Teil „Material und Methoden“ erwähnt, wurden die Filterkriterien der ADAC Luftrettung als Maßstab für die Versorgungsqualität herangezogen. Diese haben sich dort zur Qualitätssicherung bewährt und basieren auf den jeweils geltenden Leitlinien und Empfehlungen zur Tracer-Diagnose. [93]

4.5.1 Versorgungsqualität beim Akuten Koronarsyndrom

Beim akuten Koronarsyndrom sehen die Qualitätsmanagementkriterien des ADAC bei jedem Patienten eine Sauerstoffgabe vor. Für dieses Kriterium fand sich kein signifikanter Unterschied, jedoch ein Trend zur häufigeren Applikation in Blaubeuren. Über die Bedeutung der prähospitalen Sauerstofftherapie besteht ein wissenschaftlicher Disput. Es gibt eine gewisse Evidenz für eventuell schädliche Einflüsse von hohen Sauerstoffpartialdrücken beim Myokardinfarkt, wie eine Reduktion der Auswurfleistung sowie eine höhere Auftretenswahrscheinlichkeit von kardialen Rezidivereignissen. [89, 110] Auch wenn die Fallzahlen hierzu bisher gering waren und die Ergebnisse der AVOID-Studie noch erwartet werden, haben die europäischen kardiologischen Fachgesellschaften mit ihren 2012

veröffentlichten Guidelines reagiert, indem sie Sauerstoff nur noch beim hypoxischen Patienten empfehlen. [122]

Diese Empfehlung wird mit einem Anteil von 95% in Blaubeuren vs. 85% in Ingolstadt von Patienten mit einer pSO^2 >95% am ländlichen Standort deutlich häufiger erfüllt, was eventuell im Zusammenhang mit den längeren dortigen Transportzeiten steht. Diese bieten dem präklinischen Notfallmediziner eher die Möglichkeit, den Erfolg der von ihm begonnenen Sauerstofftherapie zu messen und zu dokumentieren. Sicher ist diese Ergebnis auch durch den Trend zur häufigeren Sauerstoffapplikation in Blaubeuren dieses Ergebnis bedingt.

Die bereits angesprochenen längeren Transportzeiten beim ländlichen ACS spiegeln sich auch in der signifikant selteneren Erfüllung des Filterkriteriums „Prähospitalzeit“ wieder. Dessen Bedeutung wird durch den Ausspruch „time is muscle“ prägnant verdeutlicht. Ähnlich wie die anderen Tracer-Diagnosen auch, ist das ACS eine zeitkritische Notarztindikation und es besteht Einigkeit in den Fachgesellschaften, dass nicht mehr als 90 Minuten zwischen Beginn der Beschwerden und PTCA liegen sollten. [4, 30, 31, 48, 49, 122]

Die Rolle der PTCA als Goldstandard der akuten Herzinfarkttherapie ist unstrittig. Die Anwendung der Alternativverfahren systemische Fibrinolysetherapie und notfallmäßiger aortokoronarer Bypassversorgung sind Raritäten geworden und wenigen Ausnahmesituationen vorbehalten. [58, 105]

Dies ist auch den eigenen Daten zu entnehmen, so hat keiner der fast 400 Patienten mit der Verdachtdiagnose ACS außerhalb von Reanimationssituationen eine präklinische Lysetherapie erhalten. Zur Vergleichbarkeit mit anderen Arbeiten sei erwähnt, dass die Angabe der Prähospitalzeit in der Literatur uneinheitlich ist. Es gibt Arbeiten welche den Zeitraum vom Beginn des Schmerzereignisses bis zur klinischen Einlieferung messen. Hier begann die Prähospitalzeit, bedingt durch die Qualität des Rohdatenmaterials, mit der Alarmierung des NEFs durch die Rettungsleitstelle. Auf den DINO-Protokollen gibt es kein dezidiertes Dokumentationsfeld für den Symptombeginn internistischer Notfälle.

Es fiel auf, dass Patienten mit der Verdachtsdiagnose des akuten Koronarsyndroms in Blaubeuren häufiger als in Ingolstadt kein ASS erhielten und in eine Zielklinik ohne PTCA-Fähigkeit transportiert wurden. Die durchgeführte Subgruppenanlyse zeigte, dass diese Patienten signifikant älter und gemessen am NACA-Score weniger bedroht waren. Außerdem zeigten die durchgeführten 12-Kanal-EKGs keine infarktsuspekten Veränderungen. Häufig fanden sich auch Formulierungen wie „zum Ausschluss ACS“ als Zweit- oder Drittdiagnose in den entsprechenden Notarzteinsatzprotokollen.

Es ist natürlich nicht sinnvoll einen Patienten der einen Myokardinfarkt haben könnte in ein Krankenhaus zu bringen in welchem dieser nicht adäquat behandelt werden kann. Trotzdem ist diese Entscheidung auf dem Land schwerer zu treffen als in der Stadt. In Blaubeuren musste der Notarzt gerade bei Patienten mit negativem 12-Kanal-EKG und vielleicht eher unspezifischer Klinik eine schwierige Güterabwägung treffen. Auf der einen Seite stehen bei dem bestehenden Restrisiko für einen Myokardinfarkt die schlechteren Behandlungsmöglichkeiten, auf der anderen Seite blockiert ein Transport von Blaubeuren in eine Schwerpunktklinik nach Ulm den Notarzt für etwa 60 Minuten. Dieses Problem stellt sich in Ingolstadt nicht, dort konnten nahezu alle Patienten innerhalb kürzester Zeit in ein Haus der Maximalversorgung gebracht werden. Der Unterschied beim Filterkriterium „Zielklinik mit PTCA“ spiegelt also ein infrastrukturelles Problem der ländlichen Versorgungslandschaft wieder.

Zum Filterkriterium „Durchführung eines 12-Kanal-EKG“ sei ein Beispiel für erfolgreiche Qualitätsforschung erwähnt. Durch Genzwürker [43] wurde die Strukturqualität im Sinne der Ausstattung von Rettungsmitteln gemessen und Strukturdefizite, nämlich die ungenügende Ausstattung der Rettungsmittel mit 12-Kanal-EKG-Geräten aufgedeckt. Diese wurden nachgerüstet, sodass im Verlauf die Prozessqualität und damit die Versorgungsqualität beim Akuten Koronarsyndrom im entsprechenden Bereich gesteigert werden konnte. Dieses Beispiel macht deutlich, wie Qualitätsforschung mit geringem finanziellen und personellen Aufwand, entscheidende Beiträge zur Weiterentwicklung medizinischer Systeme leisten kann.

4.5.2 Versorgungsqualität beim Apoplex

Analog zum akuten Koronarsyndrom, wurden auch beim Schlaganfall die QM-Kriterien „Prähospitalzeit unter 60 min“ und „Zielklinik mit zertifizierter Stroke-Unit“ am ländlichen Standort signifikant seltener erfüllt. Auch hier ist die dislozierte Infrastruktur als Grund anzusehen, da die schnell verfügbaren Krankenhäuser der Grund- und Regelversorgung nicht für die Tracer-Diagnose „Stroke“ geeignet sind und der Transport nach Ulm entsprechend zeitaufwendig ist.

Abseits der Unterschiede fielen bei der Versorgung der Patienten mit der Verdachtsdiagnose „Apoplex“ deutliche Defizite sowohl im ländlichen, als auch im städtischen Umfeld auf. Insbesondere die Einstellung optimaler Blutdruckwerte für die cerebrale Perfusion wurde an beiden Standorten häufig nicht erreicht. Wie Castillo und Leonardi-Bee zeigen konnten, sorgt ein systolischer Blutdruck zwischen 160-200mmHg für eine optimale Perfusion der Penumbra, also den Bereich des Gehirns der den irreversibel-ischämisch geschädigten Infarktkern umgibt und nur einen potentiell reversiblen Funktionsverlust aufweist. Es gilt: „Zeit ist Hirn“. [25, 47, 74]

Bei Betrachtung der eigenen Zahlen muss einschränkend erwähnt werden, dass unsere Fallzahlen insbesondere für das Kriterium „Katecholamingabe bei RR <110mmHg“ gering waren. Die Maßnahme wurde sowohl in Blaubeuren, als auch in Ingolstadt in 40% der Fälle durchgeführt. Vergleichend lag der Anteil für dieses Kriterium in einem ähnlichen bodengebundenen Kollektiv in Kaiserslautern 2003 bei 31,5%, in einem Kollektiv aus der Luftrettung bei lediglich 23%. [67, 96].

Ebenso war die Einhaltung einer kurzen Vor-Ort-Zeit sowohl städtisch als auch ländlich oft nicht möglich, obwohl die Bedeutung der schnellen Zuführung zu einer Stroke-Unit, also einer auf die Diagnostik und Behandlung von Schlaganfällen und Differentialdiagnosen spezialisierten klinischen Abteilung, in der Literatur unstrittig ist. [24, 32, 66, 116]

Die Herausforderung für den Notfallmediziner besteht in der adäquaten Behandlung unter einem möglichst verzögerungsfreien Transport. In einer im Jahr 1999 im Raum Münster durchgeführten Studie wurde die mittlere Vor-Ort-Zeit

beim Schlaganfall mit nur 16,4 Minuten gemessen und lag damit deutlich unterhalb der Vor-Ort-Zeit an unserem ländlichen Standort von 19,1 Minuten und auf Niveau der in Ingolstadt gemessenen Zeit von 16,6 Minuten. [118]

An beiden Standorten wurde eine Messung und Dokumentation der Blutglukosekonzentration in etwas mehr als 90% der Patienten mit der Verdachtsdiagnose eines Schlaganfalls durchgeführt. Diese einfache Maßnahme wird leider immer noch vergessen, wodurch ebenso gefährliche, wie unkompliziert behandelbare Hypoglykämien zu spät diagnostiziert werden. In den bereits erwähnten Vergleichskollektiven lag der Anteil der Glukosemessungen bei Stroke-Patienten bei 91,4% [67] und bei 56,5%. [96]

In einer Studie von 1997 hatten etwa ein Fünftel aller Patienten mit der präklinischen Verdachtsdiagnose eines Schlaganfalls und einem GCS von kleiner als acht, hochpathologische Blutglukosewerte, die an sich auch erklärend für die neurologische Symptomatik gewesen sein könnten. [124]

Gerade bei Patienten mit quantitativen und qualitativen neurologischen Defiziten muss die Blutglukosekonzentration bereits präklinisch immer gemessen und dokumentiert werden. Der Notarzt darf sich dabei nicht auf die standardmäßige Durchführung durch Assistenzpersonal verlassen, vielmehr muss er diese Maßnahme aktiv einfordern und deren Bedeutung klarmachen.

Präklinisch tätiges Rettungsfachpersonal, sowohl ärztlich als auch nichtärztlich, diskutiert immer wieder die Notwendigkeit einer notärztlichen Versorgung von Patienten mit der Verdachtsdiagnose eines Schlaganfalls. Hierzu möchten wir eine typische Diskussion aus einem deutschen Medizinforum zitieren in dem mehrfach die Meinung geäußert wird, dass der Schlaganfallpatient nur beim akut vital bedrohten Patienten vom Notarzt profitiert. [29]

Diese Meinung ist kein Einzelfall, muss aber vor dem Hintergrund der vorliegenden Empfehlungen aus den entsprechenden Leitlinien und der immer wieder als verbesserungswürdig festgestellten präklinischen Therapie abgelehnt werden.

Das präklinische Personal muss weiter sensibilisiert werden, dass ein adäquates Management der Stroke-Patienten nicht nur auf vitale Bedrohungen ausgerichtet ist, sondern vielmehr das neurologische outcome beeinflussen kann. Langfristig können dadurch Morbidität und Mortalität gemindert werden und die Lebensqualität der Betroffenen gesteigert werden.

Hierzu zeigen auch die eigenen Zahlen noch erhebliches Potential bei der optimalen Blutdruckeinstellung, Blutzuckermessung und Blutzuckereinstellung, Verbesserung der Oxygenierung und bei Basismaßnahmen wie Oberkörperhochlagerung und kurzer Patientenversorgungszeit an.

Einen extrem aufwendigen Weg haben dazu beispielsweise die Autoren der PHANTOM-S-Studie gewählt. Sie haben einen NAW der Berliner Feuerwehr auf LKW-Basis mit einem kleinen CT-Scanner ausgerüstet, um so noch Vor-Ort intrakranielle Blutungen ausschließen zu können und direkt eine Lysetherapie durchführen zu können. Sie konnten zeigen, dass ihre Patienten im Mittel 24 Minuten eher lysiert wurden. [39] Abgesehen vom hohen Anschaffungspreis dieser rollenden Stroke-Unit, erfordert dieses System einen Neurologen mit Notarztqualifikation und einen MTRA mit entsprechenden Personalkosten. Daher wird es die ländlichen Gebiete, in welchen es besonders lange Transportzeiten einsparen könnte, flächendeckend wohl eher nicht erreichen.

Nichtsdestotrotz erscheint es nicht nur ethisch angezeigt, sondern auch ökonomsch sinnvoll einen hohen präklinischen Aufwand beim Schlaganfallpatienten zu betreiben, wenn man beispielsweise an Folgekosten durch abwendbare Behinderungen und nötige Pflege denkt. Daher sollte dort wo lange Transportzeiten zur nächsten Stroke-Unit unvermeidbar sind, ein RTH-gestützter Transport frühzeitig in Erwägung gezogen werden.

Weiterhin haben wir festgestellt, dass die Notarzteinsatzprotokolle gerade beim Schlaganfall und beim Akuten Koronarsyndrom durch das Item „Zeit des Symptombeginns“ verbessert werden könnten, da diese häufig stark von der Alarmierungszeit abweicht und der Kliniker relevante Therapieentscheidungen wie die Lyseindikation, oder die PTCA davon abhängig machen muss. Es fiel auf, dass

von der Möglichkeit im Freitext einen Symptombeginn zu dokumentieren nur unregelmäßig Gebrauch gemacht wurde. Dieses weitere Item würde nicht nur bei der innerklinischen Versorgung der Patienten helfen, sondern auch die Auswertung für Qualitätsmanagementsysteme erleichtern.

4.5.3 Versorgungsqualität beim Schädel-Hirn-Trauma

Trotz der unterschiedlichen Ätiologien bei Schlaganfall und Schädel-Hirn-Trauma, gibt es im Verlauf pathophysiologische Parallelen. Dadurch bestehen auch einige therapeutische Ähnlichkeiten.

Wie beim Schlaganfall mit dem ischämischen Infarktkern, so entsteht auch beim SHT ein initialer irreversibler Parenchymschaden, hier traumatisch bedingt. Dieser ist durch präklinische und klinische Maßnahmen nicht mehr zu beeinflussen. Die Bemühungen richten sich vielmehr auf die Verhinderung eines sekundären Hirnschadens, beispielsweise durch Hypoxie, Hypotonie, ein entstehendes Hirnödem oder Hämatom mit konsekutivem intrakraniellen Druckanstieg. [33, 86]

Wie bereits im Ergebnisteil angesprochen sind die Fallzahlen hier an beiden Standorten sehr gering, daher konnten die gemessenen Unterschiede keine statistische Signifikanz erreichen. Es fanden sich jedoch wiederum gemeinsame Schwierigkeiten an beiden Standorten bei der Erfüllung einiger Qualitätsmanagementkriterien.

Basismaßnahmen wie Oberkörperhochlagerung und Immobilisation wurden häufig nicht durchgeführt, obwohl es durch die Leitlinien so vorgesehen ist. [33] Es gibt Evidenz dafür, dass eine 30°-Oberkörperhochlagerung den intrakraniellen Druck signifikant senken kann. [88] Die Immobilisation muss zum einen aufgrund des Traumamechanismus gefordert werden, da bei jedem SHT auch Energie über die Halswirbelsäule übertragen wird. Zum anderen erfordert der klinische Ausschluss einer HWS-Läsion einen voll orientierten Patienten mit GCS 15, dies ist jedoch beim mittelschweren und schweren SHT nicht gegeben. Daher ist die zervikale Immobilisation bis zur Durchführung einer Bildgebung nötig.

Große Defizite gab es bei der Einhaltung des Kriteriums „RRsys bei Übergabe >120mmHg“. Dies gelang an beiden Standorten nur bei 4 von 19 Patienten. Die Aufrechterhaltung eines adäquaten Blutdrucks ist jedoch entscheidend für die zerebrale Perfusion und zur Vermeidung eines sekundären Hirnschadens. Empfohlen wird ein zerebraler Perfusionsdruck von 50-70mmHg, da der intrakranielle Druck präklinisch jedoch unbekannt bleibt, ist die Empfehlung den systolischen Blutdruck über 120mmHg zu bringen. [33, 86]

Im Rahmen der weiteren Detailauswertung wurde festgestellt, dass von den 19 Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma nur zwei Katecholamine (200 mg Cafedrinhydrochlorid und 10 mg Theodrenalinhydrochlorid als Kombipräparat Akrinor®) erhalten hatten. Gerade bei den hier untersuchten Patienten mit isoliertem Schädel-Hirn-Trauma, hätte das Blutdruckmanagement aggressiver ausfallen müssen.

Ähnlich wie bei den anderen Tracer-Diagnosen war es auch hier schwer im ländlichen Bereich eine Prähospitalzeit unter 60 Minuten zu gewährleisten. Dies lag maßgeblich an der mit 27 Minuten deutlich längeren durchschnittlichen Transportzeit in Blaubeuren, verglichen mit der 18-minütigen in Ingolstadt (siehe Tabelle 12).

Außerdem war auch beim SHT die Messung und Dokumentation der Blutzuckerkonzentration an beiden Standorten unbefriedigend. Wir möchten eine Fallserie zitieren, in der mehrere Patienten beschrieben werden, deren Bewusstseinsstörungen aufgrund von Anamnese und Traumamechanismus einem Schädel-Hirn-Trauma zugeschrieben wurden. Es stellte sich jedoch heraus, dass eine schwere Hypoglykämie vorlag. [76]

Genau wie beim Schlaganfall beschrieben, muss die Messung der Blutglukosekonzentration bei jedem Patienten mit neurologischen Symptomen erfolgen, auch wenn diese durch andere Ursachen oder Befunde bereits vermeintlich erklärt sind.

4.5.4 Versorgungsqualität beim Polytrauma

Auch beim Polytrauma konnten aufgrund der geringen Fallzahlen keine signifikanten Unterschiede zwischen der ländlichen und städtischen Versorgung festgestellt werden. Auffällig waren jedoch wieder die Nichteinhaltungen beim Kriterium „RRsys bei Übergabe >120mmHg“. Dieses QM-Kriterium muss hier etwas differenzierter betrachtet werden. Bei präklinisch nicht kontrollierter oder kontrollierbarer Blutung, beispielsweise nach intrathorakal oder intraabdominell, kann ein niedrigerer Blutdruck im Sinne einer permissiven Hypotonie den Blutverlust reduzieren und das Outcome verbessern. [38, 70]

Wenn die Polytraumatisierung jedoch mit einem Schädel-Hirn-Trauma einhergeht, so ist eine permissive Hypotonie kontraindiziert. Es gelten dann die selben Empfehlungen, wie zuvor beim SHT diskutiert. Die zwölf Patienten mit Polytrauma wurden weiter untersucht. Bei drei Patienten lag gleichzeitig ein schweres Schädel-Hirn-Trauma vor. Keiner dieser Patienten hatte bei Übergabe einen systolischen Blutdruck >120mmHg und nur bei einem wurde Akrinor® (200 mg Cafedrinhydrochlorid und 10 mg Theodrenalinhydrochlorid) appliziert. Noradrenalin als empfohlenes Katecholamin erhielt kein Patient.

An dieser Stelle gibt es also Raum für Verbesserungen im präklinischen Kreislaufmanagement. Andererseits kann es im Einzelfall sehr schwierig sein diesen Zielblutdruck zu erreichen, wie vergleichbare Zahlen aus anderen Studien belegen.

So hatten in einer 2012 am Luftrettungszentrum Ch22 durchgeführten Studie 43% von 192 polytraumatisierten Patienten mit schwerem SHT im präklinischen Erstbefund einen systolischen Blutdruck von über 120mmHg. Bei Übergabe der Patienten in der Zielklinik erreichten 55% den Zielblutdruck. In dieser Studie erhielten ebenfalls nur 5% aus der Gruppe der Patienten mit Blutdruck bei Übergabe <120mmHg Noradrenalin. [52]

Wie also schon beim Schlaganfall und SHT beschrieben, sollten Katecholamine auch beim Polytrauma mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma frühzeitiger und häufiger zum Einsatz kommen, um den geforderten Zielblutdrucks für die

zerebrale Perfusion zu erreichen. Dies gilt insbesondere dann wenn mit längeren Transportzeiten zu rechnen ist, also beispielsweise im ländlichen Notarztdienst.

Als weiteres Qualitätsmanagementkriterium empfiehlt die ADAC-Luftrettung die präklinische Intubation. Diese wird in Kollektiven aus der Luftrettung bei nahezu jedem Polytrauma durchgeführt. [52] Trotz der geringen Fallzahl wird deutlich, dass die bodengebundenen Notarztdienste die hier untersucht wurden wohl deutlich seltener präklinisch intubieren.

In den Leitlinien ist die Intubation Goldstandard der Atemwegssicherung, mit einer B Empfehlung (GoR) für polytraumatisierte Patienten mit schwerem SHT, bei Thoraxtrauma mit respiratorischer Insuffizienz, bei hämodynamischer Instabilität oder einer unter Sauerstoffgabe persistierenden Hypoxie, sowie einer GoR A für Patienten in Apnoe oder in Schnappatmung. [34]

Die hier vorliegenden Polytraumata hatten alle eine pSO^2 bei Übergabe >95% und fast alle erhielten eine adäquate Analgesie auch wenn nicht alle intubiert wurden. Man muss bedenken, dass die Empfehlungen des ADAC für die Luftrettung gelten. Während des Transportes ist der Zugang zum Patienten jedoch sehr eingeschränkt, daher sollten Maßnahmen wie die Intubation bereits vor dem Start erfolgen. Für die hier beschriebenen bodengebundenen Notarztdienste ist es bei vorhandenen Schutzreflexen und suffizienter Respiration gemäß der aktuellen Leitlinien vertretbar den Patienten spontanatmend zu transportieren.

Es muss schließlich bedacht werden, dass die präklinische Intubation aufgrund der schlechteren externen und patientengebundenen Faktoren deutlich schwieriger ist als die innerklinische. [55] Außerdem verlängerte diese Maßnahme die Prähospitalzeit in Studien um 5 - 10 Minuten und es entwickelten sich im Verlauf des stationären Aufenthaltes häufiger Pneumonien. [28, 106]

Es findet sich Evidenz für häufigeres Versagen der präklinischen Intubation. Dabei ist zu bedenken, dass es sich bei diesen Arbeiten häufig um Untersuchungen aus Paramedicsystemen handelt, also mit nichtärztlichem Personal das regelhaft ohne medikamentöse Einleitung zu intubieren versuchte. Bei der wenigen Evidenz mit

Notarzt und medikamentöser Einleitung im Sinne einer Rapid Sequence Induction stellte sich das Verfahren als sicher und meist erfolgreich dar. [55]

Betrachtet man die vorliegenden Evidenz und Empfehlungen sollte das präklinische Atemwegsmanagement in jedem Einzelfall von einer Risiko-Nutzen-Abwägung abhängig gemacht werden die patientengebundene Faktoren genauso berücksichtigt wie Transportzeit, Transportart, materielle und personelle Austattung, sowie das eigene Erfahrungslevel.

Ganz zentral ist auch beim Polytrauma eine kurze Prähospitalzeit. Bogner et al. beschreiben in ihrer Übersichtsarbeit sehr gut die Bedeutung des Faktors Zeit in der Pathophysiologie des Polytraumas. [18] Dabei ist das eigentliche Trauma als „first hit“ zu begreifen auf den ein systemischer Vorgang folgt indem sich Hypoxie, Hypothermie, SIRS mit Mediatorenfreisetzung, Azidose, Hypokoagulabilität im Sinne eines Teufelskreises gegenseitig verstärken und so einen potenziell tödlichen „second hit“ erzeugen. Ziel der präklinischen und frühklinischen Interventionen ist die schnelle Wiederherstellung der Physiologie, um diesen Teufelskreis zu durchbrechen und erst im Verlauf die Wiederherstellung der Anatomie, so wie es Konzepte wie ATLS [20, 56, 111], aber auch die damage control resuscitation [37, 38, 59, 62] oder die damage control surgery [85] abbilden.

Vor diesem Hintergrund muss die Prähospitalzeit an beiden Standorten betrachtet werden. Es gelang bei sieben von zwölf Patienten innerhalb von einer Stunde eine geeignete Zielklinik zu erreichen. Es besteht also Raum für Verbesserungen, auch wenn die mittlere Prähospitalzeit mit 55,5 Minuten in Blaubeuren und 48,3 Minuten in Ingolstadt, deutlich unter den durchschnittlich 72 Minuten aus dem Traumaregister der DGU liegt. [72] In zwei Kollektiven aus der Luftrettung lag der Anteil der Patienten mit einer Prähospitalzeit unter 60 Minuten bei 35,6% in den Jahren 2000/2001 über die gesamte ADAC-Luftrettung und bei 64% in den Jahren 2007-2009 am Standort Ch22. [52, 97]

Außerdem konnte in Blaubeuren bei vier von neun Patienten eine Transportzeit von durchschnittlich nur 15 Minuten durch Nutzung des Luftrettungsmittels Ch22

erreicht werden. Damit liegt sie exakt auf dem Niveau der städtischen Transportzeit. Bei den in Blaubeuren hingegen bodengebunden transportierten polytraumatisierten Patienten lag diese bei durchschnittlich 30 Minuten. Hier konnten also die Unterschiede zwischen ländlicher und städtischer Infrastruktur durch den luftgestützten Transport komplett ausgeglichen werden.

Dies kann aber nur ein Teil der Problemlösung sein. So ist die Luftrettung nur bei Tageslicht und entsprechenden Wetterbedingungen verfügbar. Trotzdem sollte bei geeigneten Patienten und Bedingungen der RTH frühzeitig disponiert oder nachgefordert werden, um wie hier gezeigt werden konnte die Versorgungsqualität durch einen schnelleren Transport bei ansonsten langen Transportwegen zu verkürzen. Dies kann aber auch städtisch gelten, falls ein Transport beispielsweise durch Verkehrsstaus verlangsamt würde.

Mehrere Arbeiten liefern Evidenz über ein verbessertes Outcome durch die Verwendung von Luftrettungsmitteln beim Trauma-Patienten. [22, 23, 42] Sie fanden zum einen den schnelleren Transport der Patienten, zum anderen jedoch auch die Möglichkeit der direkten Verlegung in ein Zielklinikum mit größerer traumatologischer Erfahrung als vorteilhaft. Diese beiden Faktoren werden durch die Qualitätsmanagementkriterien der ADAC-Luftrettung abgebildet („Prähospitalzeit <60min“, „Zielklinik überregionales Traumazentrum der DGU“).

Außerdem wurde die Versorgung durch ein erfahreneres Team als positiver Einflussfaktor identifiziert. Dies führt soweit, dass einige Standorte wie beispielsweise London und Johannesburg dezidierte Trauma-RTHs vorhalten und in Studien ein gutes Outcome nachweisen konnten. [22]

Diese Daten sind jedoch nicht ohne weiteres auf Deutschland zu übertragen, da wir auch bodengebunden ein ärztliches Rettungssystem haben, im Gegensatz zu vielen internationalen Studien. Formal unterscheidet den Notarzt und den Rettungsassistenten/Notfallsanitäter auf dem Luftrettungsmittel nichts von den bodengebundenen Kollegen bezüglich der Ausbildung. Praktisch ist es aber so, dass aufgrund der höheren Einsatzfrequenzen, größeren Notfallschwere, ständigen Weiterbildung und meist regelmäßigeren Tätigkeit als Notarzt die

Hinzuziehung des RTH-Teams häufig zusätzliche Expertise beim Management polytraumatisierter Patienten an den Notfallort bringt.

4.6 Einschränkungen der Arbeit

Die Einschränkungen der Arbeit ergeben sich zum einen aus dem retrospektiven Design und zum anderen aus dem Rohdatenmaterial aus den digitalisierten Notarztprotokollen. Die Qualität jeglicher Auswertung basiert damit auf der Qualität der notärztlichen Dokumentation. In der ADAC Luftrettung wird diese mit >99% angegeben. [93] In der eigenen Auswertung liegt diese im Durchschnitt bei knapp 90%, mit Ausreißern nach unten wie bei der Tranportzeit in Ingolstadt, die nur in 55% der Einsätze dokumentiert wurde. Wie bei den Transportzeiten bereits angesprochen, liegt hierin Potenzial für systematische Fehler. So ist es beispielweise vorstellbar, dass bei extrem kurzen Transporten im städtischen Bereich häufig nicht dokumentiert wurde und es somit zu einer Verzerrung kam.

Bei der Versorgungsqualität der Tracer-Diagnosen waren die Fallzahlen leider zu gering, als dass die gefundenen deutlichen Trends hätten statistisch signifikant werden können. Weiterhin wurden hier allerdings nur zwei exemplarische Standorte für ländliche und städtische Notarztdienste ausgewählt, wobei sich der ländliche Standort Blaubeuren noch im Einzugsgebiet einer Großstadt und Universitätsstadt befindet. Gefundene Unterschiede könnten bei noch entlegeneren Standorten größer ausfallen. Daten von mehr Standorten werden erforderlich sein um die gefundenen Unterschiede zwischen städtischen und ländlichen Notarztdiensten zu bestätigen

5 Zusammenfassung

Es konnte gezeigt werden, dass sich ländliche und städtische Notarztdienste hinsichtlich patientengebundener und patientenunabhängiger Faktoren unterscheiden.

Bei den patientengebundenen Unterschieden zeigte sich beispielsweise, dass die ländlichen Patienten häufiger von traumatischen Notfällen betroffen waren und dass die Notfallschwere höher als im städtischen Bereich eingeschätzt wurde.

Patientenunabhängige Unterschiede finden sich bei der deutlich geringeren Einsatzfrequenz und den größeren Entfernungen zum Einsatzort und zur Zielklinik, gerade für schwerwiegende Notfälle.

Bei geringen Einsatzfrequenzen ist es daher besonders für ländlich tätige Notärzte wichtig, dass sie sich außerhalb ihrer präklinischen Tätigkeit in Übung halten. Beispielsweise durch Simulatortrainings oder andere Kursangebote.

Wie die Transportzeiten beim Polytrauma in Blaubeuren belegen, kann zumindest in manchen Situationen der infrastrukturelle Nachteil auf dem Land durch Hinzuziehung des Rettungstransporthubschraubers ausgeglichen werden. Dieser sollte gerade bei den Tracer-Diagnosen frühzeitig in Betracht gezogen werden.

Außerdem wurde festgestellt, dass die hier verwendeten Notarztprotokolle durch ein Dokumentationsfeld für den Symptombeginn internistischer Notfälle verbessert werden könnten.

Weiter konnten gemeinsame Defizite beispielsweise beim Kreislaufmanagement bei Schlaganfall- und Schädel-Hirn-Trauma-Patienten festgestellt werden. Hier sollte der präklinische Einsatz von Katecholaminen frühzeitiger und großzügiger erwogen werden um eine adäquate Hirnperfusion zu gewährleisten. Aufgrund der längeren Transportdauer gilt dies umso mehr für die ländlichen Patienten.

Ein Paradigmenwechsel weg von definitiven Diagnosen und Therapien und damit zwangsläufig langen Vor-Ort-Zeiten, hin zu einer zielgerichteten Anbehandlung und Stabilisierung unter zügigem Transport sollte unterstützt werden. Gerade bei

den zeitkritischen Tracerdiagnosen sollte „treat and street“ also die bevorzugte Einsatztaktik sein.

Ganz entscheidend ist es ein erweitertes und standardisiertes Qualitätsmanagement, wie es durch den Allgemeinen Deutschen Automobil-Club (ADAC) für seine Luftrettungsstationen bereits existiert und erfolgreich angewendet wird, in Zukunft auch für die bodengebundenen Notarztstandorte zu etablieren.

Anhand derselben Notarztprotokolle, wie sie auch an den genannten Luftrettungsstationen genutzt werden, konnten an den hier untersuchten bodengebundenen Notarztstandorten fast 4.000 Notfälle mit insgesamt 841.042 Einzeldaten ausgewertet werden.

Durch Digitalisierung, Standardisierung und Automatisierung werden künftig noch größere Datenmengen mit geringerem Aufwand auswertbar werden, wodurch ein kontinuierliches und detailliertes Qualitätsmanagement die Versorgung unserer Patienten verbessern wird.

6 Literaturverzeichnis

1) Ahnefeld, F.W.: Vom Samariter zum Notarzt. ADAC Luftrettung - Das Profimagazin 5: 19-25 (2003)

2) Altemeyer, K.H., Dirks, B., Lackner, C.K., Schindler, K.H.: Notfallmedizinische Versorgung der Bevölkerung. Notfall + Rettungsmedizin 11: 419-420 (2008)

3) Anderson, R.T., Sorlie, P., Backlund, E., Johnson, N., Kaplan, G.A.: Mortality effects of community socioeconomic status. Epidemiology 8: 42-47 (1997)

4) Antman, E.M.: Time Is MuscleTranslation Into Practice. Journal of the American College of Cardiology 52: 1216-1221 (2008)

5) Appel, H., Krabbel, G., Vetter, D.: Unfallforschung. In: Appel, H., Krabbel, G., Vetter, D (Hrsg.) Unfallforschung, Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion, Bd 1, 2. Aufl, Vieweg+Teubner Verlag, S. 29-78 (2002)

6) Arntz, H.R., Dirks, B., Kreimeier, U., Waydhas, C.: Eckpunktepapier zur notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in Klinik und Präklinik. Notfall + Rettungsmedizin 11: 421-422 (2008)

7) Ausserer, J., Abt, T., Stadlbauer, K.H., Paal, P., Kreutziger, J., Lindner, K.H., Wenzel, V.: Out-of-hospital emergency medicine in Germany, Austria and Switzerland : randomized prospective studies from 1990 to 2012. Der Anaesthesist 63: 54-61 (2014)

8) Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R.: Kreuztabellierung und Kontigenzanalyse. In: Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R (Hrsg.) Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, Bd 1, 9. Aufl, Springer, S. 229-242 (2000)

9) Baker, S.P., O'Neill, B., Haddon, W., Jr., Long, W.B.: The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. Journal of Trauma 14: 187-196 (1974)

10) Bambrinck, A.M.: Notfälle im Kindesalter - eine interdisziplinäre Herausforderung. Notfall + Rettungsmedizin 1: 361-371 (1998)

11) Bardenheuer, M., Obertacke, U., Waydhas, C., Nast-Kolb, D.: Epidemiologie des Schwerverletzten Eine prospektive Erfassung der

präklinischen und klinischen Versorgung. Der Unfallchirurg 103: 355-363 (2000)

12) Beckers, S., Biermann, H., Sopka, S.: Ausbildungssituation im deutschen Notarztdienst. In: Neumayr, A., Schinnerl, A., Baubin, M. (Hrsg.) Qualitätsmanagement im prähospitalen Notfallwesen, Bd 1, 1. Aufl, Springer, S. 167-178 (2013)

13) Behrendt, H., Schmiedel, R.: Die aktuellen Leistungen des Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland im zeitlichen Vergleich. Notfall + Rettungsmedizin 7: 59-70 (2004)

14) Bernhard, M., Friedmann, C., Aul, A., Helm, M., Mutzbauer, T.S., Doll, S., Völkl, A., Gries, A.: Praxisorientiertes Ausbildungskonzept für invasive Notfalltechniken. Notfall + Rettungsmedizin 14: 475-482 (2011)

15) Bernhard, M., Helm, M., Luiz, T., Biehn, G., Kumpch, M., Hainer, C., Meyburg, J., Gries, A.: Pädiatrische Notfälle in der prähospitalen Notfallmedizin. Notfall + Rettungsmedizin 14: 554-566 (2011)

16) Bernhard, M., Hilger, T., Sikinger, M., Hainer, C., Haag, S., Streitberger, K., Martin, E., Gries, A.: Spectrum of patients in prehospital emergency services. What has changed over the last 20 years? Der Anaesthesist 55: 1157-1165 (2006)

17) Bernhard, M., Mohr, S., Weigand, M.A., Martin, E., Walther, A.: Developing the skill of endotracheal intubation: implication for emergency medicine. Acta anaesthesiologica Scandinavica 56: 164-171 (2012)

18) Bogner, V., Mutschler, W., Biberthaler, P.: Der Faktor „Zeit “. Der Unfallchirurg 112: 838-845 (2009)

19) Böttiger, B.W., Bauer, H.: Studien in der Notfallmedizin. Notfall + Rettungsmedizin 5: 249-255 (2002)

20) Bouillon, B., Kanz, K.G., Lackner, C.K., Mutschler, W., Sturm, J.: The importance of Advanced Trauma Life Support (ATLS) in the emergency room. Der Unfallchirurg 107: 844-850 (2004)

21) Bundesärztekammer: Notarztindikationskatalog. (2013), online unter: http://www.bundesaerztekammer.de/aerzte/versorgung/notfallmedizin/notarzt/indikationskatalog-fuer-den-notarzteinsatz/ [22.09.2015]

22) Buntman, A.J., Yeomans, K.A.: The effect of air medical transport on survival after trauma in Johannesburg, South Africa. South African Medical Journal 92: 807-811 (2002)

23) Butler, D.P., 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. Emergency Medicine Journal 27: 692-701 (2010)

24) Candelise, L., Gattinoni, M., Bersano, A., Micieli, G., Sterzi, R., Morabito, A., Group, t.P.S.: Stroke-unit care for acute stroke patients: an observational follow-up study. Lancet 369: 299-305 (2007)

25) Castillo, J., Leira, R., García, M.M., Serena, J., Blanco, M., Dávalos, A.: Blood pressure decrease during the acute phase of ischemic stroke is associated with brain injury and poor stroke outcome. Stroke 35: 520-526 (2004)

26) Champion, H.R., Copes, W.S., Sacco, W.J., Lawnick, M.M., Keast, S.L., Frey, C.F.: The Major Trauma Outcome Study: establishing national norms for trauma care. Journal of Trauma and Acute Care Surgery 30: 1356-1365 (1990)

27) Cubbin, C., LeClere, F.B., Smith, G.S.: Socioeconomic status and injury mortality: individual and neighbourhood determinants. Journal of Epidemiology and Community Health 54: 517-524 (2000)

28) Cudnik, M.T., Newgard, C.D., Wang, H., Bangs, C., Herrington IV, R.: Endotracheal intubation increases out-of-hospital time in trauma patients. Prehospital Emergency Care 11: 224-229 (2007)

29) Deutsches-Medizin-Forum: Notarztindikation Schlaganfall Diskussion. (2006), online unter: http://www.medizin-forum.de/phpbb/viewtopic.php?f=52&t=36290 [20.09.2015]

30) DGK: Leitlinie NSTEMI. (2012), online unter: http://leitlinien.dgk.org/files/2012_Pocket-Leitlinie_Akutes_Koronarsyndrom_NSTE-ACS.pdf [02.09.2015]

31) DGK: Leitlinie STEMI. (2012), online unter: http://leitlinien.dgk.org/files/PL_STEMI_Internet_13.pdf [02.09.2015]

32) DGN: Leitlinie Schlaganfall. (2012), online unter: http://www.dsg-info.de/images/stories/DSG/PDF/Leitlinien/LL_22_2012_akuttherapie_des_ischaemischen_schlaganfalls.pdf [02.09.2015]

33) DGNC: S2e Leitlinie Schädel-Hirn-Trauma. (2010), online unter: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/008-001_S2e_Schaedel-Hirn-Trauma_im_Erwachsenenalter_leitlinientext_abgelaufen.pdf [02.09.2015]

34) DGU: S3 Leitlinie Polytraumaversorgung. (2011), online unter: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2015-01.pdf [02.09.2015]

35) Dick, W.: Effektivität präklinischer Notfallversorgung Fiktion oder Fakt? Der Anaesthesist 45: 75-87 (1996)

36) Donabedian, A.: The quality of care. How can it be assessed? Journal of the American Medical Association 260: 1743-1748 (1988)

37) Duchesne, J.C., McSwain Jr, N.E., Cotton, B.A., Hunt, J.P., Dellavolpe, J., Lafaro, K., Marr, A.B., Gonzalez, E.A., Phelan, H.A., Bilski, T.: Damage control resuscitation: the new face of damage control. Journal of Trauma and Acute Care Surgery 69: 976-990 (2010)

38) Dünser, M.W., Takala, J., Brunauer, A., Bakker, J.: Re-thinking resuscitation: leaving blood pressure cosmetics behind and moving forward to permissive hypotension and a tissue perfusion-based approach. Critical Care 17: 3 (2013)

39) Ebinger, M., Rozanski, M., Waldschmidt, C., Weber, J., Wendt, M., Winter, B., Kellner, P., Baumann, A.M., Malzahn, U., Heuschmann, P.U., Fiebach, J.B., Endres, M., Audebert, H.J.: PHANTOM-S: the prehospital acute neurological therapy and optimization of medical care in stroke patients - study. International journal of stroke : Official Journal of the International Stroke Society 7: 348-353 (2012)

40) Engel, P., Wilp, T., Lukas, R.P., Harding, U., Weber, T.P., Van Aken, H., Bohn, A.: Do sociodemographic factors influence emergency medical missions?: analysis in the City of Munster. Der Anaesthesist 60: 929-936 (2011)

41) EUROSTAT: development statistics by urban vs. rural typology. (2013), online unter: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Rural_development_statistics_by_urban-rural_typology/de#Bev.C3.B6lkerungsstruktur [30.08.2015]

42) Galvagno, S.M., Jr., Haut, E.R., Zafar, S.N., Millin, M.G., Efron, D.T., Koenig, G.J., Jr., Baker, S.P., Bowman, S.M., Pronovost, P.J., Haider, A.H.:

Association between helicopter vs ground emergency medical services and survival for adults with major trauma. Journal of the American Medical Association 307: 1602-1610 (2012)

43) Genzwurker, H., Lessing, P., Ellinger, K., Viergutz, T., Hinkelbein, J.: Infrastructure of emergency medical services. Comparison of physician-staffed ambulance equipment in the state of Baden-Wuerttemberg in 2001 and 2005. Der Anaesthesist 56: 665-672 (2007)

44) Geyer, S., Peter, R.: Unfallbedingte Krankenhausaufnahmen von Kindern und Jugendlichen in Abhängigkeit von ihrem sozialen Status: Befunde mit Daten einer nordrhein-westfälischen AOK. Das Gesundheitswesen 60: 493-499 (1998)

45) Gräsner, J.-T., Fischer, M., Altemeyer, K., Bahr, J., Böttiger, B., Dörges, V., Franz, R., Gries, A., Krieter, H., Messelken, M.: Nationales Reanimationsregister. Notfall + Rettungsmedizin 8: 112-115 (2005)

46) Gries, A., Zink, W., Bernhard, M., Messelken, M., Schlechtriemen, T.: Einsatzrealität im Notarztdienst. Notfall + Rettungsmedizin 8: 391-398 (2005)

47) Haass, A., Walter, S., Ragoschke-Schumm, A., Grunwald, I., Lesmeister, M., Khaw, A., Fassbender, K.: Zeit ist Hirn. Nervenarzt 85: 189-194 (2014)

48) Hamm, C.W.: Guidelines: acute coronary syndrome (ACS). I: ACS without persistent ST segment elevations. Zeitschrift fur Kardiologie 93: 72-90 (2004)

49) Hamm, C.W.: Guidelines: Acute coronary syndrome (ACS). II: Acute coronary syndrome with ST-elevation. Zeitschrift fur Kardiologie 93: 324-341 (2004)

50) Hamman, B.L., Cue, J.I., Miller, F.B., O'Brien, D.A., House, T., Polk, H.C., Jr., Richardson, J.D.: Helicopter transport of trauma victims: does a physician make a difference? Journal of Trauma 31: 490-494 (1991)

51) Harding, U., Hammersen, G., Allroggen, A., Lukas, R.P., Weber, T.P., Osada, N., Bohn, A.: Akuter Schlaganfall. Notfall + Rettungsmedizin 14: 286-290 (2011)

52) Helm, M., Hauke, J., Schlafer, O., Schlechtriemen, T., Lampl, L.: Extended medical quality management exemplified by the tracer diagnosis multiple

trauma. Pilot study in the air rescue service. Der Anaesthesist 61: 106-107, 110-105 (2012)

53) Helm, M., Hauke, J., Schlechtriemen, T., Renner, D., Lampl, L.: Paper-assisted digital Mission documentation in air rescue services. Quality management in preclinical emergency medicine. Der Anaesthesist 56: 877-885 (2007)

54) Helm, M., Hauke, J., Schlechtriemen, T., Renner, D., Lampl, L.: Primary documentation quality for paper-assisted digital mission data documentation. Initial results from the air rescue service. Der Anaesthesist 58: 24-29 (2009)

55) Helm, M., Hossfeld, B., Schäfer, S., Hoitz, J., Lampl, L.: Factors influencing emergency intubation in the pre-hospital setting—a multicentre study in the German Helicopter Emergency Medical Service. British Journal of Anaesthesia 96: 67-71 (2006)

56) Helm, M., Kulla, M., Lampl, L.: Advanced Trauma Life Support. A training concept also for Europe. Der Anaesthesist 56: 1142-1146 (2007)

57) Hemingway, H., Shipley, M., Macfarlane, P., Marmot, M.: Impact of socioeconomic status on coronary mortality in people with symptoms, electrocardiographic abnormalities, both or neither: the original Whitehall study 25 year follow up. Journal of Epidemiology and Community Health 54: 510-516 (2000)

58) Hochreuther, S., Härtel, D., Brockmeier, J., Rohde, M., Machalke, K., Mendrok, H.-C., Bramlage, P., Tebbe, U.: Stellenwert der Lyse im Rettungswesen. Notfall + Rettungsmedizin 16: 559-574 (2013)

59) Holcomb, J.B., Jenkins, D., Rhee, P., Johannigman, J., Mahoney, P., Mehta, S., Cox, E.D., Gehrke, M.J., Beilman, G.J., Schreiber, M.: Damage control resuscitation: directly addressing the early coagulopathy of trauma. Journal of Trauma and Acute Care Surgery 62: 307-310 (2007)

60) Hunziker, S., Laschinger, L., Portmann-Schwarz, S., Semmer, N.K., Tschan, F., Marsch, S.: Perceived stress and team performance during a simulated resuscitation. Intensive Care Medicine 37: 1473-1479 (2011)

61) Institut-für-Notfallmedizin-und-Medizinmanagement: Untersuchung zum Notarztdienst und arztbegleiteten Patiententransport in Bayern. (2010), online unter: https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/sus/rettungswesen/id3_27_veroeffentlichungen_notarztstudie_20130222.pdf [25.10.2014]

62) Jansen, J.O., Thomas, R., Loudon, M.A., Brooks, A.: Damage control resuscitation for patients with major trauma. British Medical Journal 338 (2009)

63) Jürges, H.: Bildungsbezogene Ungleichheit in der Gesundheit Älterer: Eine international vergleichende Analyse. In: Schröder, M. (Hrsg.) 50plus in Deutschland und Europa, Bd 1, 1. Aufl, Springer, S. 149-173 (2009)

64) Kanz, K.-G., Sturm, J., Mutschler, W.: Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma. Der Unfallchirurg 105: 1007-1014 (2002)

65) Karutz, H.: Begreifen, was ergreift: Stress und Betroffenheit in pädiatrischen Notfälle. Rettungsdienst - Zeitschrift für präklinische Notfallmedizin 27: 22-27 (2002)

66) Khatri, P., Abruzzo, T., Yeatts, S., Nichols, C., Broderick, J., Tomsick, T.: Good clinical outcome after ischemic stroke with successful revascularization is time-dependent. Neurology 73: 1066-1072 (2009)

67) Kluth, M., Luiz, T.: Die notärztliche Versorgungsqualität von Patienten mit der Verdachtsdiagnose TIA/Insult/ICB. Intensivmedizin 42: 587-594 (2005)

68) Knapp, J., Bernhard, M., Hainer, C., Sikinger, M., Brenner, T., Schlechtriemen, T., Gries, A.: Is there an association between the rating of illness and injury severity and the experience of emergency medical physicians? Der Anaesthesist 57: 1069-1074 (2008)

69) Kolodziejczyk, D.: Mild head injury: diagnostic pitfalls and complications. Der Unfallchirurg 111: 486-492 (2008)

70) Kreimeier, U., Lackner, C., Prückner, S., Ruppert, M., Peter, K.: Permissive Hypotension beim schweren Trauma. Der Anaesthesist 51: 787-799 (2002)

71) Kreutziger, J., Wenzel, V.: German Resuscitation Register: lots of quality management at low cost. Der Anaesthesist 63: 467-469 (2014)

72) Lefering, R.: Jahresbericht Traumaregister DGU 2012. (2012), online unter: http://www.traumaregister.de/images/stories/downloads/jahresberichte/tr-dgu-jahresbericht_2012.pdf [05.11.2014]

73) Lefering, R., Paffrath, T., Nienaber, U.: The TraumaRegister DGU as data source for monitoring severe injuries. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz 57: 660-665 (2014)

74) Leonardi-Bee, J., Bath, P.M., Phillips, S.J., Sandercock, P.A.: Blood pressure and clinical outcomes in the International Stroke Trial. Stroke 33: 1315-1320 (2002)

75) Lienhart, H.G., Wenzel, V., Braun, J., Dorges, V., Dunser, M., Gries, A., Hasibeder, W.R., Helm, M., Lefering, R., Schlechtriemen, T., Trimmel, H., Ulmer, H., Ummenhofer, W., Voelckel, W.G., Waydhas, C., Lindner, K.: Vasopressin for therapy of persistent traumatic hemorrhagic shock: The VITRIS.at study. Der Anaesthesist 56: 145-148, 150 (2007)

76) Luber, S.D., Brady, W.J., Brand, A., Young, J., Guertler, A.T., Kefer, M.: Acute hypoglycemia masquerading as head trauma: A report of four cases. American Journal of Emergency Medicine 14: 543-547 (1996)

77) Luiz, T.: Der psychosoziale Notfall. Notfall + Rettungsmedizin 11: 547-551 (2008)

78) Luiz, T., Huber, T., Schieth, B., Madler, C.: Einsatzrealität eines städtischen Notarztdienstes: medizinisches Spektrum und lokale Einsatzverteilung. Anästhesiologische Intensivmedizin 41: 765-773 (2000)

79) Mangiapane, S., Schulz, M., Hering, R., Bätzing-Feigenbaum, J., Stillfried, D.: Versorgungsatlas 2011 Fachärzte. (2014), online unter: http://www.versorgungsatlas.de/fileadmin/ziva_docs/45/Infoblatt_Arztzahlen 2011-Fachintern_final_2014_03_11.pdf [06.11.2014]

80) Messelken, M., Fischer, M., Dirks, B., Throm, G., Wettig, T.: Externe Qualitätssicherung im Rettungsdienst. Notfall + Rettungsmedizin 8: 476-483 (2005)

81) Messelken, M., Kehrberger, E., Dirks, B., Fischer, M.: The quality of emergency medical care in baden-wurttemberg (Germany): four years in focus. Deutsches Ärzteblatt international 107: 523-530 (2010)

82) Messelken, M., Schlechtriemen, T.: Der minimale Notarztdatensatz MIND2. Notfall & Rettungsmedizin 6: 189-192 (2003)

83) Moecke, H., Dirks, B., Friedrich, H.J., Hennes, H.J., Lackner, C.K., Messelken, M., Neumann, C., Pajonk, F.G., Reng, M., Ruppert, M.,

Schächinger, U., Schlechtriemen, T., Weinlich, M., Wirtz, S.: DIVI-Notarzteinsatzprotokoll. Notfall + Rettungsmedizin 7: 259-261 (2004)

84) Moecke, H., Dirks, B., Friedrich, H.J., Hennes, H.J., Lackner, C.K., Messelken, M., Neumann, C., Pajonk, F.G., Reng, M., Schachinger, U., Violka, T.: DIVI emergency medicine protocol, version 4.0. Der Anaesthesist 49: 211-213 (2000)

85) Moore, E.E., Burch, J.M., Franciose, R.J., Offner, P.J., Biffl, W.L.: Staged physiologic restoration and damage control surgery. World Journal of Surgery 22: 1184-1191 (1998)

86) Mustafa, A.G., Alshboul, O.A.: Pathophysiology of traumatic brain injury. Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia) 18: 222-234 (2013)

87) National Association of Emergency Medical Technicians: Management. In: National Association of Emergency Medical Technicians (Hrsg.) Präklinisches Traumamanagement: Prehospital Trauma Life Support (PHTLS) Bd 2, 2. Aufl, Urban & Fischer Verlag/Elsevier, S. S. 195-200 (2012)

88) Ng, I., Lim, J., Wong, H.B.: Effects of Head Posture on Cerebral Hemodynamics: Its Influences on Intracranial Pressure, Cerebral Perfusion Pressure, and Cerebral Oxygenation. Neurosurgery 54: 593-598 (2004)

89) Overbeck, P.: Besser keine routinemäßige Sauerstoffgabe? MMW - Fortschritte der Medizin 156: 30-30 (2014)

90) Pajonk, F., Biberthaler, P., Cordes, O., Moecke, H.: Psychiatrische Notfälle aus der Sicht von Notärzten. Der Anaesthesist 47: 588-594 (1998)

91) Post, F., Munzel, T.: Acute coronary syndrome. A diffuse diagnosis. Der Internist 51: 953-954, 956-958, 960-952 (2010)

92) Ruchholtz, S., Lewan, U., Debus, F., Mand, C., Siebert, H., Kuhne, C.A.: TraumaNetzwerk DGU®: Optimizing patient flow and management. Injury: 89-92 (2014)

93) Schlechtriemen, T.: Qualitätsmanagement in der Luftrettung. Notfall + Rettungsmedizin 11: 246-251 (2008)

94) Schlechtriemen, T., Burghofer, K., Stolpe, E., Altemeyer, K., Lackner, C.K.: Der Münchner NACA-Score. Notfall + Rettungsmedizin 8: 109-111 (2005)

95) Schlechtriemen, T., Lackner, C.K., Moecke, H., Arntz, H.R., Messelken, M., Altemeyer, K.H.: Medizinisches Qualitätsmanagement mit Hilfe ausgewählter Zieldiagnosen. Notfall + Rettungsmedizin 6: 175-188 (2003)

96) Schlechtriemen, T., Marx, P., Stolpe, E., Altemeyer, K.-H.: Medizinisches Qualitätsmanagement in der Luftrettung am Beispiel der Tracerdiagnose „Akuter Schlaganfall". Notfall & Hausarztmedizin (Fokus auf Notfallmedizin) 29: 17-24 (2003)

97) Schlechtriemen, T., Schaefer, S., Stolpe, E., Altemeyer, K.-H.: Präklinische Versorgung von Traumapatienten in der Luftrettung. Der Unfallchirurg 105: 974-985 (2002)

98) Schlechtriemen T., K.H., A.: Primat in der Notfallmedizin – Zeitdefinitionen im Rettungsdienst. 5. Leinsweiler Gespräche der agswn e.V. Notfall + Rettungsmedizin 3: 375-380 (2000)

99) Schmidt, G.: Verletzungsschwere und Aufprallgeschwindigkeit. Hefte zur Unfallheilkunde 45: 24-30 (1978)

100) Schmiedel, R., Behrendt, H.: Notarztrate. In: Bundesanstalt-für-Straßenwesen (Hrsg.) Leistungen des Rettungsdienstes 2008/09, Bd Heft M 217. Aufl, Wirtschaftsverlag NW, S. 54-55 (2011)

101) Schönberger, S.: Auswertung des Reanimationsregisters und Analyse des Outcomes im Rettungsdienstbereich der Stadt München für die Jahre 2000 und 2001. Med Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München (2008)

102) Sefrin, P.: Veränderungen im Rettungsdienst und ihre Auswirkungen. Notarzt 14: 59-62 (1999)

103) Sefrin, P.: Geschichte der Notfallmedizin und des Notarztdienstes in Deutschland. Notfall & Hausarztmedizin (Notfallmedizin) 30: A 215-A 222 (2004)

104) Sefrin, P., Brandt, M.: Das DIVI - Notarztprotokoll als Basis für ein Qualitätsmanagement im Rettungsdienst. Notarzt 17: 68-70 (2001)

105) Seshadri, N., Whitlow, P.L., Acharya, N., Houghtaling, P., Blackstone, E.H., Ellis, S.G.: Emergency coronary artery bypass surgery in the contemporary percutaneous coronary intervention era. Circulation 106: 2346-2350 (2002)

106) Sloane, C., Vilke, G.M., Chan, T.C., Hayden, S.R., Hoyt, D.B., Rosen, P.: Rapid sequence intubation in the field versus hospital in trauma patients. The Journal of Emergency Medicine 19: 259-264 (2000)

107) Smith, R.M., Conn, A.K.T.: Prehospital care − Scoop and run or stay and play? Injury 40: 23-26 (2009)

108) Stadt-Ingolstadt: Statistisches Jahrbuch Stadt Ingolstadt 2015. (2015), online unter: http://www2.ingolstadt.de/media/custom/465_1976_1.PDF?1410862018 [22.09.2015]

109) Statistisches-Landesamt-Baden-Württemberg: Bevölkerungsdichte Alb-Donau-Kreis. (2014), online unter: http://www.statistik-bw.de/SRDB/Tabelle.asp?H=BevoelkGebiet&U=01&T=01515020&E=KR&R=KR425 [24.10.2014]

110) Stub, D., Smith, K., Bernard, S., Bray, J.E., Stephenson, M., Cameron, P., Meredith, I., Kaye, D.M.: A randomized controlled trial of oxygen therapy in acute myocardial infarction Air Versus Oxygen In myocarDial infarction study (AVOID Study). American Heart Journal 163: 339-345 (2012)

111) Styner, J.K.: The birth of Advanced Trauma Life Support (ATLS). The surgeon : Journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland 4: 163-165 (2006)

112) Teasdale, G., Jennett, B.: Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. Lancet 2: 81-84 (1974)

113) Thim, T., Krarup, N.H., Grove, E.L., Rohde, C.V., Lofgren, B.: Initial assessment and treatment with the Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure (ABCDE) approach. International Journal of General Medicine 5: 117-121 (2012)

114) Thode, N., Bergmann, E., Kamtsiuris, P., Kurth, B.-M.: Einflussfaktoren auf die ambulante Inanspruchnahme in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz 48: 296-306 (2005)

115) Tryba, M., Brüggemann, H., Echtermeyer, V.: Klassifizierung von Erkrankungen und Verletzungen in Notarztrettungssystemen. Notfallmedizin 6: 725-727 (1980)

116) Walter, S., Kostopoulos, P., Haass, A., Keller, I., Lesmeister, M., Schlechtriemen, T., Roth, C., Papanagiotou, P., Grunwald, I., Schumacher, H., Helwig, S., Viera, J., Körner, H., Alexandrou, M., Yilmaz, U., Ziegler, K., Schmidt, K., Dabew, R., Kubulus, D., Liu, Y., Volk, T., Kronfeld, K., Ruckes, C., Bertsch, T., Reith, W., Fassbender, K.: Diagnosis and treatment of patients with stroke in a mobile stroke unit versus in hospital: a randomised controlled trial. Lancet Neurology 11: 397-404 (2012)

117) Weiss, M., Bernoulli, L., Zollinger, A.: The NACA scale. Construct and predictive validity of the NACA scale for prehospital severity rating in trauma patients. Der Anaesthesist 50: 150-154 (2001)

118) Weltermann, B., Vom Eyser, D., Kleine-Zander, R., Riedel, T., Dieckmann, J., Ringelstein, E.: Notarzteinsätze für Schlaganfallpatienten im Raum Münster: Eine Querschnittsstudie der regionalen Versorgungsqualität. Deutsche medizinische Wochenschrift 124: 1192-1196 (1999)

119) Wessler, I.: Klinische Forschung in der Notfallmedizin. Notfall + Rettungsmedizin 5: 270-272 (2002)

120) Wolff, S., Nedeltchev, K.: Ursachen und Grundtypen der Hirninfarkte. Psychiatrie & Neurologie 3: 3-6 (2010)

121) Wölfl, C.G., Bouillon, B., Lackner, C.K., Wentzensen, A., Gliwitzky, B., Groß, B., Brokmann, J., Hauer, T.: Prehospital Trauma Life Support® (PHTLS®). Der Unfallchirurg 111: 688-694 (2008)

122) Zeymer, U., Kastrati, A., Rassaf, T., Scholz, K.H., Thiele, H., Nienaber, C.A.: Kommentar zu den Leitlinien der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (ESC) zur Therapie des akuten Herzinfarkts bei Patienten mit ST-Streckenhebung (STEMI). Kardiologe 7: 410-422 (2013)

123) Zink, W., Bernhard, M., Keul, W., Martin, E., Volkl, A., Gries, A.: Invasive techniques in emergency medicine. I. Practice-oriented training concept to ensure adequately qualified emergency physicians. Der Anaesthesist 53: 1086-1092 (2004)

124) Zuzan, O., Müller-Vahl, H.: Die notärztliche Versorgung von Patienten mit vermutetem Schlaganfall: Analyse von 298 Fällen. Intensivmedizin 34: 131-139 (1997)

Danksagung

Ich danke Herrn Dr. Markus Winter vom Krankenhaus Blaubeuren und Herrn Professor Dr. Gunther Lenz vom Klinikum Ingolstadt für die Bereitstellung der digitalen Notarztprotokolle.

Weiterhin bedanke ich mich herzlich bei Herrn PD Dr. Benjamin Mayer vom Institut für Epidemiologie und Medizinische Biometrie der Universität Ulm für die Beratung zur statistischen Auswertung.

Besonderer Dank gebührt meinem Betreuer und Doktorvater Oberstarzt Professor Dr. Matthias Helm. Er hat das Projekt von der Idee bis zur Fertigstellung aktiv begleitet. Er hat mich zur selbstständigen Arbeit angeleitet, war jedoch bei Schwierigkeiten stets mit gutem Rat zur Stelle.

Außerdem möchte ich mich bei den Patienten und deren Angehörigen, sowie allen Mitgliedern der beteiligten Rettungskette bedanken.

An meine lieben Eltern: Ihr habt jede Diskussion über die Bedeutung der medizinischen Dissertation mit dem Argument: „Das gehört einfach dazu.“ beendet. Wie sooft hattet ihr recht und ich danke euch für die Motivation und den uneingeschränkten Rückhalt.

An meine Freundin Manuela: Ohne deine fachliche Unterstützung und mehr noch deinen liebevollen Zuspruch während frustrierender Phasen, wäre es mir schwer gefallen die Arbeit in dieser Form fertigzustellen. Danke mein Schatz.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

geboren am	19.08.1989 in Rodewisch

Ausbildung

12/2014	**zweites Staatsexamen** (Note „gut“) Ludwig-Maximilians-Universität, München
10/2008 bis 12/2014	**Studium der Medizin** Ludwig-Maximilians-Universität, München
07/2008 bis heute	**Eintritt in die Bundeswehr** als Sanitätsoffizieranwärter und Zeitsoldat
6/2008	**Abitur** (Note 1,4) Eliteschule des Sports, Klingenthal

Praktisches Jahr

08/2013 - 10/2013	**Klinikum Harlaching, München** Allgemein-, Viszeral und Thoraxchirurgie
10/2013 - 12/2013	**Chris Hani Baragwanath Academic Hospital, Johannesburg Südafrika** Traumachirurgie
01/2014 – 02/2014	**Deutsches Herzzentrum, München** Interventionelle Kardiologie und Rhythmologie, Sportmedizin
03/2014 – 04/2014	**Klinikum rechts der Isar, München** Gastroenterologie, Viszeralmedizin, hepatobiliäre Intensivmedizin
04/2014 - 07/2014	**Bundeswehrkrankenhaus, Hamburg** Anästhesie, Intensiv-und Notfallmedizin, Schmerztherapie

Facharztweiterbildung

02/2015 – 02/2017	**Bundeswehrkrankenhaus, Hamburg** Allgemein-, Viszeral-, Thorax und Gefäßchirurgie
02/2017 - 04/2017	**Chris Hani Baragwanath Academic Hospital, Johannesburg Südafrika** Traumachirurgie