

Aus der Klinik für Anästhesiologie
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Prähospitale Analgesie –
Gibt es anwenderbezogene Unterschiede auf
arztbesetzten Rettungsmitteln?

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Silke Herlet
aus Koblenz

Mainz, 2022

Wissenschaftlicher Vorstand: Univ.-Prof. Dr. U. Förstermann

1. Gutachter: 

2. Gutachter: 

Tag der Promotion: 12. Juli 2022

Für meinen Vater.

Gender Erklärung:

Die vorliegende Arbeit verwendet aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum. Weibliche und anderweitige Geschlechtsidentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Literaturdiskussion	4
2.1. Definition Schmerz und Physiologie	4
2.2. Analgesie im Rettungsdienst	5
2.3. Der Schmerz im Fokus	7
2.3.1. Traumatische Notfälle	8
2.3.2. Das akute Koronarsyndrom	10
2.3.3. Das akute Abdomen	12
2.3.4. Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma	13
2.4. Schmerztherapie	13
2.4.1. Nicht-Opioid-Analgetika	14
2.4.2 Opioid-Analgetika	17
3. Material und Methoden	21
3.1. Datenerhebung.....	21
3.2. Statistische Auswertung	24
4. Ergebnisse	26
4.1. Assistenzarzt oder Facharzt	30
4.2. Geschlecht Notarzt.....	43
4.3. Kombinationstherapie von Opioid- und Nicht-Opioid-Analgetika	55
4.4. Die Dosis macht den Unterschied	66
5. Diskussion	73
6. Zusammenfassung	101
Literaturverzeichnis	104
Danksagung	112

Abkürzungsverzeichnis

ACLS	Advanced Cardiac Life Support
ACS	Acute coronary syndrome
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.
ÄLRD	Ärztlicher Leiter Rettungsdienst
ASS	Acetylsalicylsäure
BDA	Berufsverband Deutscher Anästhesisten
BGH	Bundesgerichtshof
COMPACT	Consensus on Management of Pain Caused by Trauma
CrI	Credibility Interval (Glaubwürdigkeitsintervall, ähnlich Konfidenzintervall)
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie & Intensivmedizin
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
ESC	European Society of Cardiology
GCS	Glasgow Coma Scale
IMBEI	Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik
IQA	Interquartilsabstand
i.v.	Intravenös (Applikationsform)
KG	Körpergewicht
KL	Kaiserslautern (Stadt)
KO	Koblenz (Stadt)
KTW	Krankentransportwagen
KV	Kassenärztliche Vereinigung
MD	Middle dose
MT	Montabaur (Stadt)
NACA-Wert	Scoring System des National Advisory Committee for Aeronautics
NAW	Notarztwagen
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NMDA	N-Methyl-D-Aspartat
NotSan	Notfallsanitäter
NRS	Numerische Rating-Skala

NSAR	Nicht steroidales Antiphlogistikum
NSTEMI	Non-ST-elevation myocardial infarction
OR	Odds ratio
PKW	Personenkraftwagen, hier für Blut-/Gewebetransporte
p-Wert	Signifikanzwert
RettAss	Rettungsassistent
RTH	Rettungs-Transport-Hubschrauber
RTW	Rettungswagen
SOP	Standard Operating Procedure
STEMI	ST-elevation myocardial infarction
TR	Trier (Stadt)
VAS	Visuelle Analogskala
WBO	Weiterbildungsordnung
WHO	World Health Organisation

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flussdiagramm der Einsatzstatistik für das NEF der Bundeswehr und den RTH „Christoph 23“ im Jahr 2018	22
Abbildung 2: Kreisdiagramm zur Verteilung der Diagnosen	29
Abbildung 3: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung eines finalen Wertes < 4 Punkten auf der NRS bei Ankunft im Krankenhaus nach Diagnosen	30
Abbildung 4: Boxplots zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels für die analgetische Therapie von Assistenzärzten, Fachärzten und Rettungsassistenten/Notfallsanitäter für alle Diagnosen	33
Abbildung 5: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika nach der Qualifikation des Notarztes in der Traumatherapie	35
Abbildung 6: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der Analgetika für die Qualifikation des Notarztes in der Therapie von akuten Abdomen	37
Abbildung 7: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen	38
Abbildung 8: Balkendiagramm zur Darstellung der Einstufung des Schmerzlevels vor der analgetischen Therapie nach der Qualifikation des Notarztes nach Diagnosen .	39
Abbildung 9: Balkendiagramm zur Darstellung der Einstufung des Schmerzlevels nach erfolgter analgetischer Therapie nach der Qualifikation des Notarztes nach Diagnosen	41
Abbildung 10: Balkendiagramm zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels von vor zu nach erfolgter analgetischer Therapie nach der Qualifikation des Notarztes	41
Abbildung 11: Boxplots zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen und weiblichen Notärzten für jede Diagnose	45
Abbildung 12: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika für männliche und weibliche Notärzte in der Therapie von akuten Abdomen	49
Abbildung 13: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika für männliche und weibliche Notärzte in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen	51
Abbildung 14: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die Kombinationstherapie und die Monotherapie für alle Diagnosen	56

Abbildung 15: Boxplots zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels einer Kombinationstherapie im Vergleich zu einer Monotherapie nach Diagnosen	57
Abbildung 16: Balkendiagramm zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels für die Monotherapie mit Fentanyl und die Kombinationstherapie mit Fentanyl und einem Nicht-Opioid in der Traumatherapie.....	58
Abbildung 17: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Häufigkeit und der Reduktion des Schmerzlevels für die applizierten Medikamente in der Traumatherapie	59
Abbildung 18: Gruppiertes Histogramm zur Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Dosierung von Fentanyl [mg] für die Kombinationstherapie links und die Monotherapie rechts in der Traumatherapie.....	60
Abbildung 19: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin und die Monotherapie von Morphin	61
Abbildung 20: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der applizierten Dosis an Morphin und der Reduktion des Schmerzlevels für die Monotherapie mit Morphin und der Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin	62
Abbildung 21: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die applizierten Analgetika in der Therapie von akuten Abdomen.....	63
Abbildung 22: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die applizierten Analgetika in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen	64
Abbildung 23: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels von Fentanyl und Morphin für alle Diagnosen	65
Abbildung 24: Boxplots zur Darstellung der applizierten Dosis an Fentanyl [mg] nach Diagnosen	66
Abbildung 25: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis Fentanyl [mg] nach der Qualifikation des Notarztes in der Traumatherapie.....	67
Abbildung 26: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis Fentanyl [mg] nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie des akuten Abdomens	68
Abbildung 27: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der applizierten Dosis an Fentanyl [mg] und der Reduktion des Schmerzlevels nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen	69
Abbildung 28: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis an Morphin [mg] nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie des ACSs.....	70

Abbildung 29: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der applizierten Dosis an Morphin [mg] und der Reduktion des Schmerzlevels nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie des ACSs 71

Abbildung 30: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis an Morphin [mg] bei ACS nach dem Geschlecht des Notarztes 71

Abbildung 31: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis von Aspirin [mg] bei ACS nach dem Geschlecht des Notarztes 72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels als Differenz der Punkte vor und nach analgetischer Therapie mit absoluten und relativen Häufigkeiten für Boden- und Flugrettung	28
Tabelle 2: Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels als Differenz der Punkte vor und nach analgetischer Therapie mit absoluten und relativen Häufigkeiten für die Flugrettung	28
Tabelle 3: Kreuztabelle für die Besetzung der Rettungsmittel und alle Diagnosen..	31
Tabelle 4: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) für alle Diagnosen	32
Tabelle 5: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt für alle Diagnosen.....	32
Tabelle 6: Deskriptive Statistik zur absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Traumatherapie	34
Tabelle 7: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt in der Traumatherapie	34
Tabelle 8: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Analgesie des akutem Koronarsyndroms	36
Tabelle 9: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Analgesie des akuten Abdomens	36
Tabelle 10: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Therapie von Rückenschmerzen ohne Trauma.....	38
Tabelle 11: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt in der Therapie von Rückenschmerzen ohne Trauma	39
Tabelle 12: Kreuztabelle für die Reduktion des Schmerzlevels von vor zu nach erfolgter Schmerztherapie nach der Qualifikation des Notarztes und gesamt	42
Tabelle 13: Kreuztabelle für das Geschlecht des Notarztes und alle Diagnosen.....	43
Tabelle 14: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts) für alle Diagnosen.....	44

Tabelle 15: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte für alle Diagnosen.....	44
Tabelle 16: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts) in der Traumatherapie	46
Tabelle 17: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte in der Traumatherapie	46
Tabelle 18: Kreuztabelle zur Darstellung des finalen Schmerzlevels bei Ankunft im Krankenhaus für männliche und weibliche Notärzte in der Traumatherapie.....	47
Tabelle 19: Kreuztabelle zur Darstellung des finalen Schmerzlevels bei Ankunft im Krankenhaus für männliche und weibliche Notärzte in der Traumatherapie der Flugrettung	47
Tabelle 20: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie des ACSs von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts).....	48
Tabelle 21: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie des akuten Abdomens von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts)	49
Tabelle 22: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte bei akutem Abdomen.....	49
Tabelle 23: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts) bei Rückenschmerzen ohne Trauma.....	50
Tabelle 24: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte bei Rückenschmerzen ohne Trauma	51
Tabelle 25: Kreuztabelle zur Einstufung des Schmerzlevels vor der Schmerztherapie aufgeteilt nach dem Geschlecht des Notarztes und gesamt.....	52
Tabelle 26: Kreuztabelle zur Einstufung des Schmerzlevels nach erfolgter Schmerztherapie aufgeteilt nach dem Geschlecht des Notarztes und gesamt.....	53
Tabelle 27: Kreuztabelle zur Reduktion des Schmerzlevels von vor zu nach erfolgter Schmerztherapie aufgeteilt nach dem Geschlecht des Notarztes und gesamt.....	54
Tabelle 28: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Kombinationstherapie bzw. die Monotherapie.....	55
Tabelle 29: Absolute Häufigkeiten für die Kombinationstherapie und Monotherapie nach Diagnosen.....	55

Tabelle 30: Mann-Whitney-Test für die NRS-Reduktion mit der Gruppenvariable Kombinationstherapie bzw. Monotherapie bei Trauma.....	57
Tabelle 31: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Monotherapie mit Morphin bzw. Kombination mit Aspirin bei ACS	61
Tabelle 32: Mann-Whitney-Test für die Dosis an Morphin [mg] mit der Gruppenvariable Monotherapie mit Morphin bzw. Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin bei ACS	62
Tabelle 33: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Kombinationstherapie von Metamizol+ Butylscopolamin bzw. Monotherapie Fentanyl bei akutem Abdomen	63
Tabelle 34: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Fentanyl bzw. Morphin für alle Diagnosen	65
Tabelle 35: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Fentanyl [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt in der Traumatherapie..	67
Tabelle 36: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Fentanyl [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt bei akutem Abdomen ...	68
Tabelle 37: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Fentanyl [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt bei nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen	68
Tabelle 38: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Morphin [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt bei ACS.....	70

1. Einleitung

Die Analgesie ist ein wichtiger Pfeiler der prähospitalen Notfallversorgung und dient nicht nur dem Patientenkomfort. Schmerzen verursachen eine adrenokortikale Stressreaktion und führen über die Aktivierung des sympathischen Nervensystems zu Tachykardie, Hypertonie, generalisierter Vasokonstriktion und einer Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs. Dadurch sind insbesondere Patienten mit koronarer Herzerkrankung erheblich gefährdet. Schmerzbedingte Atmungseinschränkungen führen zu einer relevanten Reduktion der pulmonalen Ventilation mit eventuell einhergehender Hypoxämie. Die Zunahme der Atemfrequenz und die Abnahme des Tidalvolumens erhöhen die Gefahr von Pneumonie und Atelektasenbildung (Huber et al. 2005). Starke Schmerzen sind prädisponierende Faktoren bei der Entstehung kataboler Stoffwechsellagen mit Immunsuppression und einer Störung des psychischen Gleichgewichts. Durch die lokale Inflammation mit Zytokinfreisetzung und Nozizeptorsensibilisierung kann es vermehrt zu einer Hyperalgesie und/oder einer Chronifizierung des Schmerzes kommen (Michael et al. 2020).

Die Inzidenz des akuten Schmerzes bei prähospitalen Rettungseinsätzen wird mit einer breiten Spannweite von 13-70 % angegeben (Stork 2008, Galinski et al. 2010). Dies verdeutlicht die Bedeutung einer adäquaten Schmerztherapie schon vor Erreichen des Krankenhauses.

Ziel dieser Studie ist es, die Effektivität der prähospitalen Analgesie auf den arztbesetzten Rettungsmitteln zu evaluieren. Das Patientenkollektiv entstammt dem Einsatzaufkommen der Rettungswache 4, Koblenz Bundeswehr und der ADAC-Luftrettungsstation Koblenz, die beide dem Bundeswehrzentral Krankenhaus angegliedert sind. Zur Notfallrettung werden hier ein Rettungswagen, ein Intensivtransportwagen, ein Notarzteinsatzfahrzeug und der Rettungs-Transport-Hubschrauber „Christoph 23“ der ADAC Luftrettung vorgehalten. Für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit werden nur die ärztlich besetzten Rettungsmittel berücksichtigt: Das NEF, das mit einem Notarzt besetzt ist, der im fortgeschrittenen Stadium der Weiterbildung oder Facharzt für Anästhesiologie ist, sowie der RTH, dessen Notarzt Facharzt für Anästhesiologie sein muss.

Die Schmerzintensität wird bei allen Patienten vor und nach der analgetischen Therapie anhand der Numerischen Rating-Skala (NRS) erhoben. Hier ordnet der Patient mit

Hilfe einer eindimensionalen metrischen Skala den Schmerz einer Ziffer bzw. Zahl von 0 (= keine Schmerzen) bis 10 (= Schmerzen stärkster Intensität) zu. Diese dient der Einstufung sowie der Verlaufskontrolle (Wikipedia.org 2019).

Um als Notarzt tätig zu sein, muss der Mediziner, je nach Bundesland, den „Fachkundenachweis Rettungsdienst“ oder die „Zusatzbezeichnung Notfallmedizin“ vorweisen. Für die „Fachkunde Rettungsdienst“ werden 24 Monate Weiterbildung in einem Gebiet der stationären Patientenversorgung vorausgesetzt, 3 Monate hiervon müssen in einer Intensivbehandlungsstation oder in der klinischen Anästhesiologie absolviert worden sein. Die Weiterbildung wird, je nach Bundesland, mit einer Prüfung gemäß §14 der Weiterbildungsordnung abgeschlossen (Bezirksärztekammer Koblenz 2013). Voraussetzung für den Erwerb der „Zusatzbezeichnung Notfallmedizin“ sind 24 Monate Weiterbildung in einem Gebiet der unmittelbaren Patientenversorgung, sowie 6 Monate Weiterbildung in der Intensivmedizin, der Anästhesiologie oder der Notfallaufnahme und eine abschließende mündliche Prüfung gemäß §14 WBO vor einer Prüfungskommission der Ärztekammer (Bezirksärztekammer Koblenz 2019). Dies bedeutet, dass ein Notarzt zwar ein Mindestmaß an Weiterbildungszeit absolviert haben muss, aber im Gegensatz zu den meisten anderen ärztlichen Zusatzweiterbildungen, der Facharzttitel keine Voraussetzung ist. Trotz der identischen Voraussetzungen zum Erwerb der Zusatzbezeichnung sind die individuellen Vorerfahrungen aus den verschiedenen Fachgebieten der patientennahen Versorgung sehr unterschiedlich. In der Behandlung von Patienten müssen Ärzte den Facharztstandard gewährleisten. Unabhängig von einem Facharzttitel sind sie verpflichtet, dem Patienten eine Behandlung auf Facharzt-niveau zukommen zu lassen und nach dem anerkannten Standard der medizinischen Wissenschaft zu behandeln.

Dem Notarzt stehen zur Analgesie verschiedene Medikamente zur Verfügung. Er kann zwischen Opioiden und Nicht-Opioiden wählen. Die WHO hat ein Stufenschema für den Einsatz von Opioiden und/oder Nicht-Opioiden bei chronischen Schmerzen erstellt (Gelbe Liste. Pharmindex 2018b). Eine eindeutige Handlungsempfehlung für die Behandlung von akuten Schmerzen fehlt leider. Auch die Pharmaindustrie, die eine große Spannbreite in der Dosierung ihrer Analgetika angibt, lässt dem Arzt viel Handlungsspielraum. Es gilt verschiedene Faktoren wie z.B. Alter, Gewicht und Begleiterkrankungen zu beachten. Diese sind besonders bei Medikamenten mit schwerwiegenden

Nebenwirkungen, wie z.B. den Opioiden, von Bedeutung. Erreicht man hier den sogenannten „Ceiling-Effekt“, ist keine Steigerung der schmerzlindernden Wirkung mehr möglich, allerdings eine Zunahme der unerwünschten Nebenwirkungen, wie z.B. Atemdepression oder Übelkeit. Im Rettungsdienst hat der Notarzt im Notfall keine Rückfallebene, er ist prähospital die höchstqualifizierte Instanz. Die Möglichkeit, weitere ärztliche Expertise hinzuzuziehen, wie es in der Klinik der Fall ist, besteht hier in der Regel nicht.

Die vorliegende Arbeit untersucht, ob das Qualifikationsniveau und das Geschlecht des Notarztes einen Einfluss auf die Effektivität der Analgesie haben und inwieweit medikamentenbezogene Faktoren eine Rolle spielen.

Es werden folgende Hypothesen überprüft:

Hauptthese:

Es gibt keinen Unterschied in der Effektivität der analgetischen Therapie von Fachärzten und Assistenzärzten.

Nebenthese:

Es gibt keinen Unterschied in der Effektivität der analgetischen Therapie von weiblichen und männlichen Notärzten.

Eine analgetische Kombinationstherapie von Opioiden und Nicht-Opioiden ist nicht effektiver als eine Monotherapie mit Opioiden.

Es gibt keinen Unterschied in der Dosierung von Opioiden zwischen Assistenzärzten und Fachärzten.

2. Literaturdiskussion

2.1. Definition Schmerz und Physiologie

„Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- oder Gefühlserlebnis, das mit tatsächlicher oder potenzieller Gewebeschädigung einhergeht oder von betroffenen Personen so beschrieben wird, als wäre eine solche Gewebeschädigung die Ursache.“ sagt das International Assessment for the Study of Pain (Thomm 2016). „Akuter Schmerz ist ein plötzlich auftretender und in einem begrenzten Zeitraum andauernder Schmerz, der in einem offensichtlichen und direkten Zusammenhang mit einer Gewebe- oder Organschädigung steht“ lautet der Expertenstandard Schmerzmanagement in der Pflege bei akuten Schmerzen (Gnass et al. 2011).

Akuter Schmerz ist physiologisch betrachtet ein Schutzmechanismus des Körpers auf eine direkte Gewebeschädigung durch mechanische, thermische, chemische oder elektrische Reize. Ist die Schaden eingetreten, verliert der Schmerz seine Warnfunktion weitestgehend und führt zu einer belastenden Stimulation des somatischen und sympathischen Nervensystems. Der Reiz wird von über Nozizeptoren von peripheren Nerven aufgenommen und in Form von elektrischen Aktionspotentialen und Neurotransmission über markhaltige, schnell leitende A δ -Faser und marklose, langsam leitende C-Fasern weitergeleitet. Der Schmerzreiz wird zentral zunächst im Hinterhorn des Rückenmarks erfasst und auf den gegenseitigen Tractus spinothalamicus zum Thalamus weitergeleitet (Robl 2019). Die abschließende Verarbeitung erfolgt im somatosensorischen Cortex, die Bewertung im limbischen Cortex, und löst eine Abwehrreaktion aus. Unterschiedliche Neurotransmitter wie Endorphine, Serotonin und Noradrenalin spielen im Rahmen der schmerzhemmenden absteigenden Bahnen eine wichtige Rolle. Vor allem Noradrenalin hat eine inhibitorische Wirkung auf die nozizeptiven Neurone und hemmt so die Schmerzweiterleitung. Die Wirkung von Serotonin ist komplexer. Je nach Art des beteiligten synaptischen Rezeptors kann die Schmerzempfindung sowohl gehemmt als auch verstärkt werden (Lorke 2010). „Schmerz führt zu einer sympathoadrenergen Stressreaktion (z.B. Schwitzen, Tachykardie, Hypertonie, Hyperventilation) und erhöht den myokardialen Sauerstoffverbrauch“ (Michael et al. 2020). Mögliche weitere Folgen einer inadäquaten Analgesie sind die Gefahr der Verstärkung des subjektiven Schmerzempfindens durch emotionale Belastung, sowie

eine Chronifizierung des Schmerzgeschehens und eine Hyperalgesie (Hossfeld et al. 2016).

2.2. Analgesie im Rettungsdienst

Die globalen Rettungsdienstsysteeme haben keinen einheitlichen Aufbau. Den größten Zuspruch findet das „anglo-amerikanische“ System. Im Gegensatz zum „französisch-deutschen“ Notarztsystem wird die notfallmedizinische Tätigkeit hier von Paramedics ausgeführt. In einigen Ländern haben diese ein universitäres Studium absolviert oder können einen Collegeabschluss vorweisen, der in Deutschland am ehesten mit dem Abschluss an einer Fachoberschule zu vergleichen ist. Zu ihren Kernkompetenzen gehören hauptsächlich ACLS (Advanced Cardiac Life Support) sowie Analgesie zur Herstellung der Transportfähigkeit. In manchen Ländern ist auch eine erweiterte Medikamentengabe und invasive Maßnahmen, wie endotracheale Intubation, Thoraxdekompression und Koniotomie legitimiert (Damm, Schubert und Grabinsky 2011). Die meisten Paramedics durchlaufen allerdings eine schulische Ausbildung mit mehreren Ausbildungsstufen. Ihre Arbeit wird über strenge Handlungsvorgaben geregelt, ähnlich unseren Standard operating procedures (SOPs) für Rettungsassistenten/Notfallsanitäter. Das System befindet sich im Umschwung. Es gibt nur noch wenige rein Paramedic-geführte Strukturen. Die meisten Länder, wie Großbritannien, die Schweiz oder die Niederlande, haben inzwischen den positiven Einfluss auf Morbidität und Mortalität durch die höhere akademische Qualifikation von Notärzten erkannt. Ärztliches Personal wird hier zumindest auf Rettungshubschraubern eingesetzt, die Verteilungsdichte variiert jedoch stark. Gelegentlich wird für die nächtliche Versorgung auch auf arztbesetzte, bodengebundene Rettungsmittel zurückgegriffen (Luxem et al. 2016).

Durch die Unterschiede in der Besetzung der Rettungsmittel variiert auch die Ausführung der Analgesie weltweit. In Deutschland, mit vorherrschendem Notarztsystem, ist das Thema Schmerztherapie nicht einmal auf Bundeslandebene einheitlich geregelt. Die Frage wer die analgetische Therapie, im Sinne von Effektivität und Effizienz, am geeignetsten durchführt, bestimmt die Diskussion.

Viele Studien bewerten die prähospitalen Schmerztherapie als zu ineffektiv. Galinski et al. (2010) stellten in Ihrer Pariser Kohortenstudie mit 2.279 Patienten prospektiv die Notwendigkeit einer effektiveren Analgesie dar: Nur einer von zwei

Patienten gab in ihren Auswertungen eine Verbesserung der Schmerzen an (95% CrI 45-56 %). 42 % der Patienten klagten über akute Schmerzen, hiervon wurden 64 % als mittel oder stark (NRS 5,5 \pm 2,5) beschrieben. Im Rahmen von Traumata trat die Verbesserung sogar weniger häufig ein (OR 0,3 [95 % CI 0,09-0,8] p = 0,02). Helm et al. (2020) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. In ihrer aktuellen Multicenter-Studie wurden retrospektiv die Daten von 106.730 Patienten der deutschen Luftrettung ausgewertet. In 18,4 % wurde die Analgesie von den Patienten als unzureichend eingestuft. Oligoanalgesie wurde in dieser Studie definiert als Einstufung des Schmerzniveaus > 3 Punkte auf der NRS bei Erreichen des Krankenhauses. Ein niedriges initiales Schmerzniveau und ein niedriger NACA-Wert, als Indikator für eine geringe Schwere der Erkrankung, korrelierten hier mit einer Oligoanalgesie. Erstaunlicherweise erhielten 17,1 % der Patienten keine Schmerztherapie. Neben den französischen und deutschen Autoren, untermauerten auch die Skandinavier Friesgaard et al. (2018) in ihrer Studie mit 41.241 Patienten, dass ein höherer Fokus auf die prähospitalen Analgesie gelegt werden muss.

Die Effektivität der Analgesie am Weiterbildungsstand des behandelnden Arztes zu bemessen ist im publizierten Bereich bislang noch nicht näher betrachtet worden. Es existieren jedoch Untersuchungen, welche die Analgesie von Notärzten und Rettungsassistenten vergleichen. Schempf et al. (2017) führten eine Subgruppenanalyse mit retrospektiver Auswertung der Analgosedierung von Rettungsassistenten und Notärzten durch. Eine suffiziente Analgesie wurde in 96,9 % der Notarzt-Gruppe und in 91,7 % der Rettungsassistenten-Gruppe beschrieben (p = 0,113). Dies lässt vermuten, dass die Effektivität der Analgesie zwar mit zunehmender Qualifikation steigt, aber auch unter entsprechender Supervision gute Ergebnisse erreicht werden können. Schall et al. (2019) waren der Meinung, dass eine routinierte Verwendung von starken Opioiden im klinischen Alltag die Anwendungshäufigkeit auch in der Präklinik erhöht und damit die analgetische Therapie verbessert. In ihrer Studie kamen sie zu dem Ergebnis, dass Anästhesisten im Vergleich zu chirurgisch tätigen Notärzten genauso häufig Nicht-Opioiden applizierten, aber signifikant häufiger zu starken Opioiden, wie Fentanyl, griffen (p < 0,001, OR 0,68 [0,56-0,82]). Sie sahen hier die geringe Erfahrung der Chirurgen im Umgang mit Fentanyl als ursächlich und empfahlen zur Lösung des Problems mehr Qualifizierungen in Theorie und Praxis. Es ist jedoch zu beachten, dass die meisten

Publikationen retrospektiv waren und es weiterführender Studien auf Basis adäquater Daten bedarf um ein valides Ergebnis zu erhalten.

Es gibt ebenfalls nur wenig Literatur zu der Frage, ob das Geschlecht des Schmerztherapeuten für die Effektivität der Schmerztherapie eine Rolle spielt. Mit diesem Thema haben sich Albrecht et al. (2013) in der Flugrettung beschäftigt. Zur Auswertung lagen Daten aus einem Zeitraum von 10 Jahren vor. Die Protokolle umfassten 1.202 Traumapatienten, die von 77 Ärzten behandelt wurden. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass Oligoanästhesie bei weiblichen Notärzten nahezu doppelt so häufig vorkam ($p < 0,001$). Sie definierten Oligoanalgesie als ein Schmerzniveau > 3 Punkten auf der NRS bei Ankunft im Krankenhaus. Notärztinnen verabreichten Fentanyl in niedrigeren Dosierungen und erreichten eine geringere Schmerzreduktion, verglichen mit ihren männlichen Kollegen.

In einer aktuelleren Arbeit werteten Siriwardena et al. (2019) in Großbritannien retrospektiv den Einfluss von Geschlecht und Qualifikation der Paramedics auf die prähospitalen Schmerztherapie aus. Im Gegensatz zu der Studie von Albrecht et al. aus 2013 konnte keine geschlechterspezifische Oligoanästhesie festgestellt werden. Bei 4.773 Patienten wurde weder ein Unterschied in der Wahl des Analgetikums noch in der Effektivität der Analgesie, zwischen weiblichen und männlichen Paramedics gefunden. Galinski et al. (2010) berichteten über eine zurückhaltende Nutzung von Opioiden auf Grund der Angst des Behandlers vor unerwünschten Wirkungen, wie einer Atemdepression. Diese sei meist mit einer Unsicherheit in der Dosierung verbunden, welche das medizinische Personal an der Durchführung einer suffizienten Therapie hindere. Weitere Gründe seien die Befürchtung, eine Sucht herbeizuführen, eine bestehende Sucht zu unterstützen, insuffizientes Training in der Erkennung oder Behandlung von Schmerzen sowie die Angst vor dem Kaschieren von Symptomen als Problem in der weiteren Diagnosefindung. Dies führe bei medizinischem Personal häufig zu einem inneren Konflikt (Hossfeld et al. 2016).

2.3. Der Schmerz im Fokus

Die Franzosen Galinski et al. (2010) belegten in Ihrer Studie, dass akute Schmerzzustände mit 42 % der Rettungseinsätze einen großen Teil der medizinischen Versorgungsnotwendigkeit ausmachten. Die Gefühle, die mit Schmerzen in Verbindung stehen, sind dabei vielfältig. Bei Traumata oder nicht traumatisch

bedingten Rückenschmerzen steht der Schmerz selbst meist im Vordergrund. Durch eine frühzeitige und effektive Schmerztherapie muss verhindert werden, dass der Schmerz im Verlauf einen eigenständigen Krankheitswert erreicht und aus dem akuten Schmerzgeschehen eine Chronifizierung entsteht (Cegla & Gottschalk, 2008).

Im Rahmen des akuten Koronarsyndroms kann auch Angst vor der den Schmerz verursachenden Ätiologie eine Rolle spielen und zu einer Aggravierung führen. Die ausgeschütteten endogenen Katecholamine führen über eine Tachykardie zu einer reduzierten Diastolendauer, steigern den myokardialen Sauerstoffbedarf und verschärfen so die Ischämie des Herzmuskels (Steiner 2008). Hier verbessert eine effektive Analgesie nicht nur das subjektive Wohlempfinden, sondern durch die zentrale Sympathikolyse auch das Outcome.

2.3.1. Traumatische Notfälle

Traumata machen im Rettungsdienst etwa 35–40 % des Einsatzaufkommens aus (Müller 2017). Die Inzidenz schwer verletzter Patienten beträgt in Deutschland ca. 18.300 Patienten/Jahr (Debus et al. 2015). Betrachtet man die Behandlung von Traumapatienten näher, kommt man zu der Erkenntnis, dass nur die Hälfte von ihnen eine zeitgerechte analgetische Therapie erhält, die häufig auch noch insuffizient ist (Häske et al. 2013).

Direkte Empfehlungen für die Auswahl des Analgetikums und die entsprechende Dosierung existieren nicht. Auch in der S3 Leitlinie „Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung“, die in der aktuellen Form bis zum 30.06.2021 gültig war, wird ein konkreter Leitfaden zur Schmerztherapie vermisst. Für die nächste Überarbeitung der Leitlinie ist ein neues Kapitel mit dem Thema Analgesie zumindest angekündigt (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, 2016). Auf Grund der oftmals suboptimal ausfallenden prähospitalen Schmerztherapie und fehlender europäischen Richtlinien, hat sich 2019 eine Arbeitsgemeinschaft zusammengefunden. Die „COMPACT Delphi initiative“ (Consensus On Management of Pain Caused by Trauma) ist ein gesamteuropäisches Gremium für Notfallmedizin und Schmerz, bestehend aus 29 Teilnehmern aus 12 europäischen Ländern. Diese haben 2019 eine Rangliste der wichtigsten Eigenschaften von Analgetika zur medikamentösen Behandlung von Trauma-bedingten Schmerzen definiert, um die Herausgabe einer evidenzbasierten Leitlinie zu vereinfachen. Die höchste Übereinstimmung konnten die Experten für „Effektivität“ erzielen (100 %), gefolgt von „Sicherheit und Verträglichkeit“ (96,6 %) und

„Benutzerfreundlichkeit“ (93,1 %) (Porter et al. 2020).

Im Laufe der Zeit haben diverse Autoren Empfehlungen für eine analgetische Therapie erarbeitet. Die Amerikaner Gausche-Hill et al. entwickelten 2014 eine evidenzbasierte Leitlinie, die starke und schwache Empfehlungen, zur Einschätzung und Behandlung von Traumapatienten im prähospitalen Umfeld, enthält. Die Empfehlung des zu verabreichenden Analgetikums fiel bei den Autoren auf Morphin sowie Fentanyl und richtete sich auch hier nach Effektivität und Sicherheit. Grundlegende Kriterien für die Auswahl waren eine ständige Verfügbarkeit des Medikaments in den Vereinigten Staaten, die Möglichkeit einer intravenösen, sowie intranasalen Applikation und wenig schwere Nebenwirkungen. Die Metaanalyse von Häske et al (2019) bestätigte dies und zeigte, dass Fentanyl, Morphin sowie Ketamin im untersuchten Setting eine adäquate analgetische Wirkung erzielten und die am häufigsten prähospital in der Traumabehandlung eingesetzten Analgetika waren. Fentanyl und Ketamin weisen einen besonders raschen Wirkeintritt auf und sind daher für die Notfallmedizin gut geeignet. Auch Großbritannien sprach für schwere Traumata an erster Stelle eine Empfehlung für die intravenöse Gabe von Morphin aus. Im Gegensatz dazu verabreichte das holländische Rettungsdienstpersonal meist Paracetamol (Berben et al. 2011) und applizierte Opioide deutlich seltener. Helm et al. (2020) beschrieben für Deutschland eine Zunahme der Opioidanwendung in der Akutschmerztherapie im Luftrettungsdienst.

Die Franzosen Galinski et al. (2005) gingen dem direkten Vergleich der beiden am häufigsten genutzten Opioiden, Fentanyl und Morphin, nach. Ziel ihrer Arbeit war es herauszufinden, ob Fentanyl bei starken Schmerzen in den ersten 30 Minuten prähospitaler Behandlung mehr oder weniger effektiv ist als Morphin. In einer prospektiven, randomisierten Doppelblindstudie kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass es für den definierten Zeitraum keinen signifikanten Unterschied für beide Medikamente gab. Die Zufriedenheit der Patienten war allerdings in der Fentanyl-Gruppe etwas höher (76 % zu 62 % in der Morphin-Gruppe).

Zur Beurteilung des Erfolges eines Analgetikums muss auch die Dosierung berücksichtigt werden. Bakkelund et al. (2013) untersuchten die Effektivität von intravenösem Morphin im Rahmen von traumatischen und kardialen Notfällen. Die applizierten Dosen waren bei beiden Krankheitsbildern ähnlich hoch, obwohl bei den Traumapatienten ein höherer primärer NRS-Wert dokumentiert wurde.

Dementsprechend konnte hier in vielen Fällen keine adäquate Analgesie erreicht werden. Für die Autoren ließ dies auf ein unzureichendes Wissen und den Bedarf einer besseren Ausbildung im Bereich Analgesie schließen.

Neben Fentanyl und Morphin wurde auch die Effektivität weiterer Medikamente in der Literatur näher untersucht. Hoogewijs et al. (2000) haben die Wirksamkeit von intravenös verabreichtem Piritramid, Tramadol, Diclofenac und Paracetamol für Traumata von Extremitäten verglichen. Für die einzelnen Medikamente konnte kein signifikanter Unterschied in der Effektivität gefunden werden, die Schmerzlinderung trat unter Piritramid jedoch deutlich später ein. In der abschließenden Bewertung wurden Tramadol, Diclofenac und Paracetamol für die Schmerzbehandlung von einfachen Verletzungen der Extremitäten als gleichwertig effektiv eingestuft.

Michael et al. (2020) kamen in ihrer Literaturrecherche zu dem Schluss, dass Paracetamol nur einen geringen analgetischen Effekt hat und es bei Frakturen von Extremitäten keine effektive Analgesie erzielt. Im Gegensatz dazu beschrieben Craig, et al. (2012) in ihrer randomisierten, Doppelblindstudie keinen signifikanten Unterschied in der Effektivität der Analgesie von Paracetamol zu Morphin und bezeichneten es als Goldstandard der Akutschmerztherapie in der Notfallmedizin.

2.3.2. Das akute Koronarsyndrom

Akute Thoraxschmerzen sind mit 27-34 % die zweithäufigste Ursache für einen Notarzteinsatz (Stork und Hofmann-Kiefer 2008). Klinisch imponiert bei einem akuten Koronarsyndrom ein retrosternaler Schmerz, der in den linken Arm, den Hals oder den Rücken ausstrahlen kann. Bis zu 50 % der Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom weisen keine typischen Symptome auf, etwa 20–30 % der Infarkte sind schmerzlos. Völlig symptomlose Infarkte sind selten. Sie machen nur etwa 1–2 % aller Infarkte aus und werden in der Regel später zufällig entdeckt (Rupp 2013). Der Ischämieschmerz ist zum einen sehr unangenehm für den Patienten, zum anderen hat er aber auch gravierende gesundheitliche Folgen. Durch den schmerzbedingten Stress ist der kardiale Sauerstoffverbrauch erhöht und es kommt zu einer Progredienz der Ischämie.

Die medikamentöse Therapie des Thoraxschmerzes wird auch in der Leitlinie der European Society of Cardiology (ESC) als sehr wichtiger Therapiepfiler beschrieben, um den schmerzbedingten Sympathikotonus und die daraus resultierende Erhöhung

der kardialen Belastung zu reduzieren. Zu den medikamentösen Empfehlungen gehört die Hemmung der Thrombozytenaggregation, die Antikoagulation sowie die Analgesie (Ibanez et al. 2018). In dieser Arbeit soll nur auf die für die Schmerztherapie relevanten Medikamente eingegangen und die Unterscheidung in STEMI oder NSTEMI der Übersicht wegen vernachlässigt werden.

Für alle Patienten ohne Kontraindikationen wird die Verabreichung von Aspirin mit 150-300 mg oral (oder 75-250 mg i.v.) empfohlen. Es handelt sich hierbei um eine Klasse Ia Empfehlung (Collet et al. 2020). Als NSAR hat Aspirin einen analgetischen Effekt, wird aber primär zur Hemmung der Thrombozytenaggregation eingesetzt. Zur Schmerztherapie soll, als Klasse IIa Empfehlung, eine titrierte intravenöse Gabe von Opioiden in Betracht gezogen werden (Ibanez et al. 2018). Hier ist Morphin das Medikament der 1. Wahl: Es werden 4-8 mg intravenös appliziert, gefolgt von zusätzlichen Boli von 2 mg alle 5-15 Minuten bis eine adäquate Analgesie erreicht ist. Morphin senkt außerdem die ventrikuläre Vorlast durch Vasodilatation, die kardiale Nachlast durch Absenkung des sympathikusbedingten Vasotonus, den Widerstand in der Lungenstrombahn und so insgesamt den Sauerstoffverbrauch des Herzens. (Schiff et al. 2005)

In den letzten Jahren wurde die Applikation von Morphin vermehrt kritisch betrachtet. Es wurden Studien veröffentlicht, die demonstrierten, dass Morphin die Aufnahme der oral verabreichten P2Y₁₂-Inhibitoren verzögert oder die Absorption gar hemmt. (Kubica et al. 2018, Hippe und Frey. 2019, Furtado et al. 2020). Dies führt zu einem verspäteten Wirkeintritt der Antikoagulation und verschlechtert so das Outcome.

Auf der Suche nach einer Alternative zu Morphin führten Weldon et al. (2015) eine randomisierte, kontrollierte Doppelblindstudie durch, die den Nutzen von Fentanyl als alternatives First-Line-Analgetikum für den ischämischen Thoraxschmerz im prähospitalen Setting näher untersuchte. Die Patienten mit anhaltenden ischämischen Thoraxschmerzen wurden doppelblind randomisiert und erhielten entweder Morphin (n = 99) oder Fentanyl (n = 88) zur analgetischen Therapie. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Auftreten von Hypotonien (p = 0,06). In der Änderung der VAS oder der NRS konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (p = 0,16 bzw. p = 0,15). Die Studie belegt, dass Fentanyl eine geeignete Alternative zu Morphin bei Thoraxschmerzen vom ischämischen Typ im prähospitalen Setting darstellt.

Ghadban et al. (2019) werteten 8 Studien mit 64.323 Patienten aus und konnten nachweisen, dass die Applikation von Morphin zur Schmerztherapie bei einem akuten Koronarsyndrom die intrahospitale Mortalität erhöht (OR 1.30, 95 % CrI 1.18-1.43, $p < 0.00001$). Allerdings benötigt es weitere randomisierte klinische Studien, um die Sicherheit von Morphin in diesem Rahmen näher zu untersuchen. In Teilen der Literatur wird entsprechend empfohlen, Opioide im Rahmen des akuten Koronarsyndroms nur zu verwenden, wenn eine Notwendigkeit gegeben ist (Giannopoulos et al. 2016).

2.3.3. Das akute Abdomen

Das akute Abdomen beschreibt ein Krankheitsbild mit akuten oder akut rezidivierenden starken Schmerzen, die meist mit peritonealer Beteiligung einhergehen. Der Fokus kann intra- oder extraabdominell liegen. Es kann schnell zu einer Progredienz der Symptomatik kommen, weshalb eine unverzügliche Abklärung notwendig ist (Lankisch et al. 2009). Falch et al. (2012) sahen die ärztliche Schmerztherapie im Rahmen von akuten Bauchschmerzen als Verpflichtung im Sinne des §323c StGB („Unterlassene Hilfeleistung“). Sie stufte die Zurückhaltung einer analgetischen Therapie aus Angst vor einer Verschleierung der Symptome als überholt ein und kritisierte, dass in Notfallambulanzen tätige Chirurgen deutlich seltener eine frühzeitige Analgesie vor erfolgter Diagnostik durchführten, als andere Notfallmediziner. Zu dieser Thematik führten Villain et al. (2013) im Folgejahr eine Internetumfrage durch. Die Autoren werteten 459 Fragebögen deutscher Allgemein- und Viszeralchirurgen zum Thema frühzeitige Analgesie bei akuten Bauchschmerzen aus und erhielten ein uneinheitliches Bild. 32 % der befragten Chirurgen erklärten, dass sie schon mal eine falsche Diagnosestellung aufgrund einer frühzeitigen Analgesie erlebt haben. Die Chirurgen benannten Metamizol als meistverwendetes Medikament im Rahmen analgetischer Therapien bei akuten Bauchschmerzen. Die Mehrheit der Befragten wünschte sich zur Beseitigung der Unsicherheit eine randomisierte, kontrollierte Studie. Weitere Studien bestätigten, dass auf Opioide, wegen ihres negativen Einflusses auf den Magen-Darm-Trakt sowie den Sphinkteren, verzichtet werden sollte. Ebenso wurden NSAR als nicht geeignet eingestuft, wenn ein Ulkus nicht auszuschließen ist (Gloor et al. 2016). Die Autoren empfahlen Paracetamol, Butylscopolamin und Metamizol zur Analgesie bei akutem Abdomen.

2.3.4. Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma

Die vierthäufigste Diagnosegruppe, des für diese Arbeit untersuchten Kollektivs, stellen die Patienten mit akuten Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma dar. Es handelt sich definitionsgemäß um akute Rückenschmerzen, die weniger als 6 Wochen bestehen (Fahland et al. 2016). „Um eine adäquate Versorgung möglicherweise kritischer Patienten zu gewährleisten, ist es zwingend erforderlich, anhand einer strukturierten Anamnese, Untersuchung und Diagnostik lebensbedrohliche Differenzialdiagnosen auszuschließen“ (Fischer 2019). Hier kommt der akute Rückenschmerz unter anderem als Symptom für eine akute Aortendissektion, einen akuten Myokardinfarkt, eine Urolithiasis oder psychiatrische Krankheitsbilder in Betracht. Im Rahmen von neurologischen Notfällen handelt es sich am häufigsten um einen akuten Bandscheibenvorfall, eine Radikulitis, eine Spinalkanalstenose mit Kaudasyndrom oder eine Wirbelkörperfraktur (Nerlich 2017). Das pharmakologische Management von akuten Rückenschmerzen ist im Rahmen einer rettungsdienstlichen Behandlung bislang nicht gut untersucht. Es gibt keine Studien, die einen Vorteil der opioidbasierten Schmerztherapie belegen.

2.4. Schmerztherapie

Für die Patienten ist das Ausmaß der Schmerzlinderung ein wesentliches Kriterium für das Maß an Versorgungsqualität (Michael et al. 2020). Das rettungsdienstliche Personal ist in den SOPs dazu angehalten, eine Schmerzlinderung zunächst durch konservative Maßnahmen, wie Reposition einer Fraktur, Kühlung, oder einer entlastenden Lagerung zu erzielen. Reichen diese nicht aus, ist der Übergang auf eine medikamentöse Schmerztherapie indiziert. Gemäß der WHO-Leitlinien sollte eine Analgesie, je nach Schmerzniveau, stufenadaptiert zunächst mit Nicht-Opioid-Analgetika erfolgen. Bei Schmerzen ab einer Intensität von 4 Punkten auf der NRS sind potente Analgetika unmittelbar und in ausreichender Dosierung zu verabreichen, um zeitnah eine effektive Analgesie zu erzielen (Hossfeld et al. 2016). Am besten geeignet ist hier die Kombination von einem Opioid mit einem Nicht-Opioid, da so die Dosis des Opioids reduziert werden kann und die opioidbedingten Nebenwirkungen vermindert auftreten. Eine optimale analgetische Behandlung erfordert kontinuierliche Schmerzmessungen und Dokumentationen.

In einer aktuellen Arbeit haben Sobieraj et al. (2020) 52 randomisierte, kontrollierte Studien und 13 Beobachtungsstudien ausgewertet und nach einem Unterschied in der

Effektivität von Opioiden und Nicht-Opioiden bei moderaten bis starken Schmerzen gesucht. Bei 11.488 Patienten konnte keine Überlegenheit von Opioiden gegenüber Ketanest, NSAR oder Paracetamol nachgewiesen werden. Unter Opioiden kam es öfter zu einer Atemdepression, insgesamt jedoch zu weniger unerwünschten Wirkungen als bei Ketanest, aber zu mehr als bei Paracetamol oder NSAR. Die Kombination eines Opioids mit Ketanest war wirkungsvoller als die Gabe des Opioids alleine.

2.4.1. Nicht-Opioid-Analgetika

Nicht-Opioid-Analgetika finden in der prähospitalen Notfallmedizin zur Analgesie keine herausragende Beachtung. Esketamin stellt die einzige Ausnahme dar. Nicht-Opioid-Analgetika können bei kleinen bis mittelschweren Verletzungen sowie mäßiggradigen abdominellen und kardialen Schmerzen eingesetzt werden. Die Wirkung ist in unterschiedlichem Maße analgetisch, antipyretisch und antiphlogistisch. Beachtet man die Kontraindikationen, handelt es sich um sichere Medikamente, die beim kombinierten Einsatz mit Opioiden einen einsparenden Effekt bewirken und so deren Nebenwirkungsrate senken (Stork und Hofmann-Kiefer 2008, Hossfeld et al. 2016). Allerdings kann dieser positive Effekt nicht in allen Studien belegt werden. Trotz der Einsparung von Opioiden, durch eine Kombination mit z.B. Paracetamol oder COX-2-Hemmern, konnten weder Elia et al (2005) noch Remy et al. (2005) in ihren Auswertungen eine Reduktion der opioidinduzierten Nebenwirkungen feststellen.

Nachfolgend soll nur auf die für diese Arbeit wichtigen Medikamente näher eingegangen werden.

- Acetylsalicylsäure (ASS) ist ein NSAR, das irreversibel die Cyclooxygenasen hemmt und so neben der analgetischen Wirkung auch zu einer Thrombozytenaggregationshemmung führt. Hauptindikation in der Präklinik ist die Inhibition der Plättchenaggregation im Rahmen des akuten Koronarsyndroms und nicht die Analgesie. Der Einsatz von ASS bei Traumapatienten oder Krankheitsbildern, die eine Operation zur Folge haben könnten, sollte aufgrund der erhöhten Blutungsneigung gut überlegt sein.

Bei Erwachsenen liegt die empfohlene Dosis bei 500–1.000 mg, die Wirkung tritt nach 3–8 Minuten relativ schnell ein (Stork und Hofmann-Kiefer 2008).

Als Kontraindikationen gelten Überempfindlichkeit gegen Acetylsalicylsäure

oder andere Salicylate, Asthma, akute gastrointestinale Ulcera, Magen-Darm-Blutungen, schwere Leber- und Niereninsuffizienz und Schwangerschaft ab dem dritten Trimenon (Gelbe Liste. Pharmindex 2018a)

- Paracetamol hemmt die Prostaglandinsynthese und wirkt so analgetisch und gut antipyretisch. Durch die fehlende Inhibition der Cyclooxygenasen hat Paracetamol nur eine geringe antiphlogistische Wirkung.

Der Wirkbeginn bei intravenöser Gabe erfolgt nach 5-10 Minuten, die maximale Wirkung ist nach einer Stunde erreicht und hält bis zu 6 Stunden an. Ein erwachsener Patient kann 3- bis 4-mal täglich 500-1.000 mg Paracetamol erhalten. Die Tageshöchstdosis von 4.000 mg sollte auf keinem Fall überschritten werden. Dosen über 7.000 mg führen unter anderem zu Leberversagen (Schneider und Richling 2020). Eine Kombination mit Setronen, wie Ondansetron, sollte vermieden werden, da sie die analgetische Wirkung von Paracetamol beeinflussen (Roger et al. 2014). Woo et al (2005) bescheinigten Paracetamol, in ihrer hospitalen Studie zur Analgesie von Verletzungen der Extremitäten, einen eher geringen analgetischen Effekt, während die Rettungsassistenten in der Arbeit von Luiz et al. (2015) in 71,1 % der Fälle die prähospitalen Therapie mit Perfalgan subjektiv als erfolgreich bewerteten.

Die Kontraindikationen sind mit Nieren- und Leberschäden, hereditärem Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase-Mangel und der Meulengracht Krankheit übersichtlich (Hein & Fischer 2019).

- Metamizol kann durch seine analgetische, spasmolytische und antipyretische, Wirkung vielseitig eingesetzt werden. Die Analgesie tritt durch Inhibition der Cyclooxygenase 3 ein, während der spasmolytische Effekt auf eine Hemmung der Phospholipase C zurückzuführen ist und erst bei höheren Dosierungen auftritt. Metamizol hemmt die Schmerzempfindung peripher durch eine Inhibition der Prostaglandinsynthese. Die Wirkung tritt nach wenigen Minuten ein, das Maximum ist erst nach 30 Minuten zu erwarten. Normalerweise appliziert man Einzeldosen von 500-1.000 mg intravenös. Bei Erwachsenen sollte eine Tageshöchstdosis von 5.000 mg intravenös, bzw. 4.000 mg per os, nicht überschritten werden.

Aufgrund seiner schwerwiegenden Nebenwirkungen ist Metamizol nicht in allen Ländern zugelassen. Als gravierend ist hierbei die selten auftretende

Agranulozytose anzusehen, die eine regelmäßige Blutbild-Kontrolle indiziert. Durch eine zu schnelle intravenöse Applikation ist eine starke Hypotonie möglich. Auch entzündliche Schleimhautulzerationen, Fieber und allergische Reaktionen können auftreten.

Im Falle von Analgetika-Asthma, Erkrankungen des hämatopoetischen Systems, Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase-Mangel, Porphyrie, Schwangerschaft und Stillzeit sollte Metamizol nicht verwendet werden. Für Kinder unter 10 Jahren ist das Medikament ebenfalls kontraindiziert. (Gelbe Liste. Pharmindex 2019a, Hein und Fischer 2019, Stork et al. 2008)

- Ketamin/Esketamin wirkt als NMDA-Rezeptorantagonist dosisabhängig analgetisch bis narkotisch. „Seit 1997 gibt es neben dem aus 2 optischen Enantiomeren (S(+)-Ketamin und R(-)-Ketamin) bestehenden Ketamin auch reines S-Ketamin (Esketamin), das eine höhere analgetische und anästhetische Potenz sowie eine verkürzte Aufwachzeit vorweist“ (Stork und Hofmann-Kiefer 2008). Ketamin/Esketamin verursacht eine sogenannte dissoziative Anästhesie, eine Kombination aus Analgesie und Amnesie. Schutzreflexe und Spontanatmung bleiben erhalten. Allerdings wird die dissoziative Anästhesie häufig von unangenehmen Träumen und einer Hyperakusis begleitet, so dass Ketamin/Esketamin mit einem Benzodiazepin kombiniert werden sollte.

Der Wirkeintritt erfolgt sehr schnell, etwa nach 45-60 Sekunden und hält etwa 30-40 Minuten an. Für eine Analgesie erfolgt die Dosierung titriert nach Wirkung mit etwa 0,125-0,25 mg/kg Körpergewicht für das potentere Esketamin. Es ist gut steuerbar und wird häufig zur Schmerztherapie von Patienten mit Trauma oder Verbrennungen eingesetzt. Eine Verwendung scheint im Vergleich zur Analgesie mit Morphin mindestens gleichwertig zu sein (Jennings et al. 2012, Johansson et al. 2009).

Bei der Verwendung ist zu beachten, dass Ketamin/Esketamin in höherer Dosierung den Sympathikus aktiviert. Die Kontraindikationen sind entsprechend: Überempfindlichkeit gegen Ketamin/Esketamin, arterielle Hypertonie, Präeklampsie und Eklampsie, Hyperthyreose sowie Uterusruptur oder Nabelschnurvorfälle und andere Situationen, in denen ein entspannter Uterus nötig ist (Gelbe Liste. Pharmindex 2019d) „Die Verwendung von Ketamin bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma gilt heutzutage unter kapnographischer Kontrolle als

etabliert und nicht als kontraindiziert“ (Michael et al. 2020). Die Vorteile von Ketamin/Esketamin finden nicht nur bei paramedizinischem Personal im Ausland Beachtung und Anwendung (Bisanzo et al. 2012). Häske et al. haben 2019 im Rahmen der Frage nach nichtärztlicher Applikation von Esketamin umfangreich recherchiert und zeigten, dass eine Analgosedierung mit Ketamin durch Rettungsassistenten/Notfallsanitäter, unter ärztlicher Supervision, auch in Teilen Deutschlands Anwendung findet. Seit dem 01.09.2020 sind Rettungsassistenten/Notfallsanitäter in Rheinland-Pfalz im Rettungsdienstbereich Koblenz-Montabaur, im Rahmen der SOP „Analgese Kinder (≥ 12 Jahre) und Erwachsene durch Notfallsanitäter/RettAss“, ebenfalls legitimiert Esketamin im Rahmen der Schmerztherapie, ohne Arztpräsenz zu applizieren (Ärztlicher Leiter Rettungsdienst Rheinland-Pfalz et al. (2020).

2.4.2 Opioid-Analgetika

Die Applikation von Opioiden ist laut Bundesministerium für Gesundheit (2012) ärztlichem Personal vorbehalten, da Opiode unter das Betäubungsmittelgesetz fallen. Die große Spannbreite der Dosierung, mit vielen abhängigen Faktoren, und die potentiell lebensbedrohlichen Nebenwirkungen, machen eine strenge Reglementierung notwendig.

Die Anzahl an Publikationen, die eine Applikation von Morphin und anderen Notfallmedikamenten durch Rettungsassistenten/Notfallsanitäter fordern, nimmt stetig zu (Lenz 2013, Lott et al. 2012). Der Pyramidenprozess, der den Inhalt der Ausbildung zum Notfallsanitäter regelt, wurde bereits angepasst. Studien, wie die von Greb et al. (2011), sind vielversprechend: Speziell geschulte Rettungsassistenten wendeten hier bei isolierten Extremitätentraumata einen Analgesie-Algorithmus an und erhielten im Anschluss über ein „call-back“-System die telefonische Freigabe zur Durchführung einer Analgesie mit Morphin durch einen Arzt. Eine weitere Möglichkeit zur Delegation von Analgesie bieten neue Technologien wie das „telemedical rescue assistance system“ (TemRas). In einer Studie von Bergrath et al. (2013) applizieren Rettungsassistenten unter telemedizinischer Überwachung eines Arztes unter anderem Opioid-Analgetika. Es konnten keine medizinischen Komplikationen oder negative interpersonelle Konfliktgeschehen festgestellt werden.

Galinski et al. haben 2005 in einer randomisierten Doppelblindstudie die Überlegenheit von Fentanyl gegenüber Morphin bei starken, akuten Schmerzen untersucht. Es

wurden zwei Gruppen mit einem VAS-Score von mindestens 60/100 gebildet. Die VAS ist, ähnlich wie die NRS, eine Skala zur subjektiven Einstufung des Schmerzniveaus. Es handelt sich um eine visuelle Analogskala mit einem horizontalen Strich, der von keinen Schmerzen bis zu nicht aushaltbaren Schmerzen verläuft. Der Patient markiert auf der Linie seine Schmerzintensität, die dann in einen Prozentwert übertragen wird. Die erste Gruppe der Studie von Galinski et al. (2005) umfasste 26 Patienten, die 0,1 mg/kg Körpergewicht Morphin als Bolus intravenös erhielten, gefolgt von 3 mg alle 5 Minuten. In der anderen Gruppe wurde 28 Patienten initial 0,001 mg/kg Körpergewicht Fentanyl verabreicht, gefolgt von 0,03 mg alle 5 Minuten. Ziel war ein VAS-Score von 30/100 oder niedriger. In der Morphin-Gruppe bewerteten 62 % der Patienten die Analgesie als ausgezeichnet oder gut, in der Fentanyl-Gruppe 76 %. Die Studie konnte keinen signifikanten Unterschied in der Wirkung von Fentanyl und Morphin nachweisen. Neben der Effektivität waren auch die Anschlagzeit und die Nebenwirkungen der beiden Opioide vergleichbar.

Im Rettungsdienst stehen dem Arzt in der Regel 2 starke Opioide zur Verfügung. Diese sind Fentanyl und Morphin, seltener Sufentanil oder Piritramid. Sie werden hauptsächlich zur Narkoseinduktion und zur Analgesie eingesetzt.

- Morphin dient als Referenzsubstanz, an der sich die anderen Opioide messen lassen. Eigentlich ist Morphin ein Opiat, wird in dieser Arbeit jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit den Opioiden zugeordnet. Morphin wird zur Analgesie bei mittelschweren bis starken Schmerzen eingesetzt. Neben der Analgesie, wirkt es antitussiv und sedierend. Intravenös verabreicht wirkt Morphin in wenigen Minuten. Die Halbwertszeit ist individuell verschieden zwischen 1,7 und 4,5 Stunden. Durch die psychotrope Wirkung wird es oft als Rauschmittel missbraucht. Die Stärke der Nebenwirkungen ist direkt dosisabhängig. Zu den Wichtigsten gehören Dyspnoe, Obstipation, Emesis, Pruritus und Stimmungsveränderungen. Die periphere Histaminfreisetzung kann einen Blutdruckabfall und eine Bronchokonstriktion verursachen.

Kontraindikation besteht bei akutem Abdomen, Atemdepression sowie schwerer obstruktiver Lungenerkrankung (Gelbe Liste. Pharmindex 2019b, Stork et al. 2008).

- Fentanyl ist 100-mal potenter als Morphin. Daher wird es, neben der Analgesie bei starken Schmerzen, in höheren Dosen auch zur Narkoseinduktion verwendet. Die Wirkung tritt nach wenigen Minuten ein, die Halbwertszeit liegt bei 3-12 Stunden. Fentanyl ist lipophil, überwindet die Blut-Hirn-Schranke schnell, wirkt so euphorisierend und hat ein hohes Suchtpotenzial.

Das Nebenwirkungsprofil sowie die Kontraindikationen entsprechen denen des Morphins. Aufgrund der deutlich höheren Potenz ist die Gefahr von Komplikationen stark erhöht und die Verabreichung nur durch erfahrene Ärzte zu empfehlen (Gelbe Liste. Pharmindex 2019c, Hossfeld et al. 2016).

- Sufentanil wird aufgrund seiner 1000-mal höheren Potenz als Morphin, gerne zur Narkoseeinleitung eingesetzt. Neben der epiduralen Anwendung ist Sufentanil nur zur Anästhesie mit endotrachealer Intubation und Beatmung indiziert. Der Wirkeintritt ist schnell, die Halbwertszeit beträgt lediglich 2-3 Stunden. Im Vergleich zu Fentanyl, hat Sufentanil eine größere therapeutische Breite und weist, bei geringerer und kürzerer Atemdepression, eine stärkere analgetische Wirkung auf (Bailey et al. 1990).

Generell gelten auch für Sufentanil die für Opioide typischen Nebenwirkungen und Kontraindikationen (Gelbe Liste. Pharmindex 2020a).

- Piritramid hat eine analgetische Potenz von 0,75 und wird nahezu ausschließlich zur Schmerztherapie eingesetzt. Die volle Wirkung ist nach 10-20 Minuten entfaltet, die Halbwertszeit liegt zwischen 4 und 10 Stunden.

Zu den häufigsten Nebenwirkungen gehören Emesis, Tachykardie, Hypotonie, Atemdepression und Stupor. Zu den Kontraindikationen gehören entsprechend Bewusstseins Einschränkungen und Hypoventilation. Repetitive Gaben sollten unter Vorsicht erfolgen, da eine Akkumulation von Piritramid das Risiko einer Atemdepression erhöht (Gelbe Liste. Pharmindex 2020b).

Bei allen Opioiden sollte immer die kleinste schmerzlindernd wirksame Dosis verabreicht werden. Es ist empfehlenswert, das Opioid mit einem Nicht-Opioid-Analgetikum zu kombinieren. McDaid et al. veröffentlichten 2010 eine Studie, in der sie belegten, dass die Kombination von Morphin mit Paracetamol, einem NSAID oder einem COX-2-Inhibitor zu einer signifikanten Reduktion des Opioids führt

(Paracetamol [MD 6.34 mg; 95 % CrI 9.02-3.65]; NSAIDs [MD 10.18 mg; 95 % CrI 11.65-8.72]; COX-2 Inhibitoren [MD 10.92; 95 % CrI 12.77-9.08]). NSAID und COX-2-Inhibitoren wirkten signifikant besser als Paracetamol, zwischen NSAID und COX-2-Inhibitoren zeigte sich kein signifikanter Unterschied (MD 0.74; 95 % CrI 3.03-1.56). Als weiteren positiven Nebeneffekt konnten Marret et al. (2005) durch die Auswertung von 22 randomisierten Studien belegen, dass die Inzidenz von Übelkeit, Erbrechen und PONV, sowie das Ausmaß der Sedierung, signifikant reduziert werden konnte, wenn Morphin mit NSAIDs kombiniert verabreicht wurde. Für die weiteren opioidbedingten Nebenwirkungen konnten sie lediglich einen positiven Trend nachweisen.

3. Material und Methoden

3.1. Datenerhebung

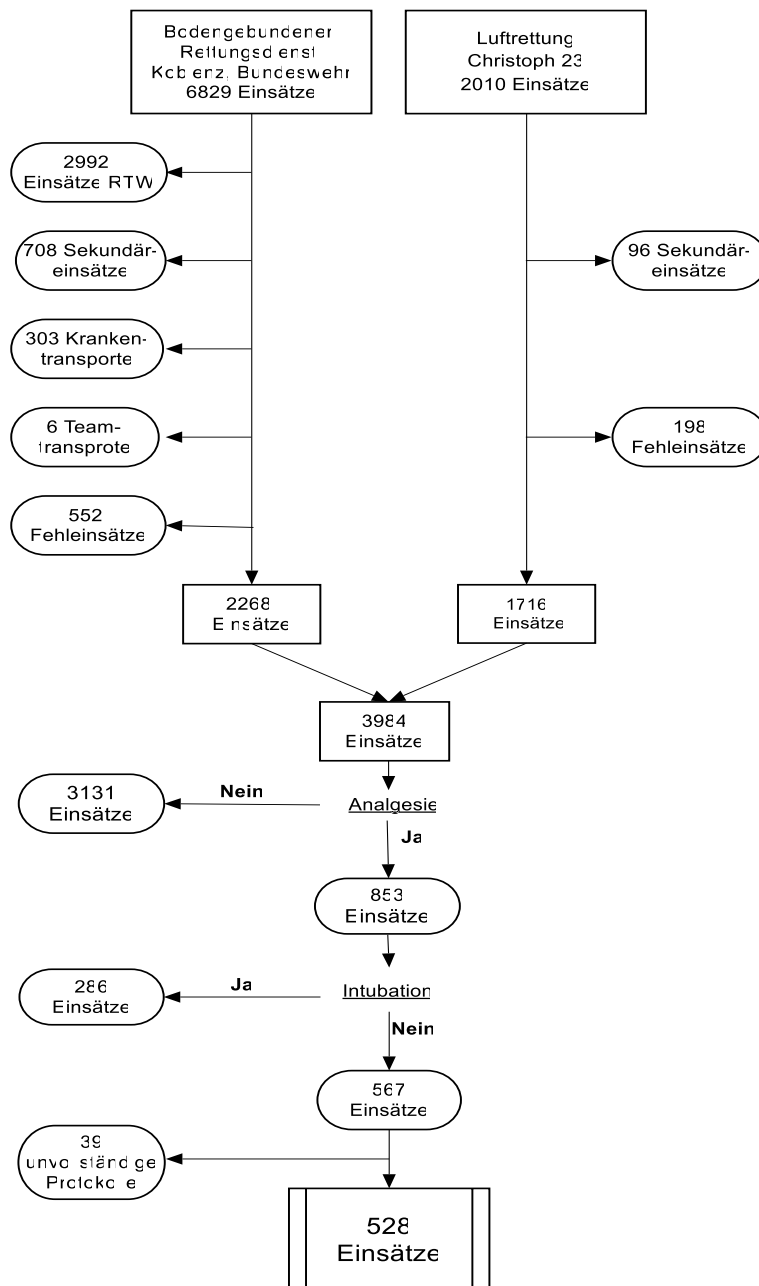
Die Arbeit wird als klinisch-retrospektive Studie geplant, entsprechend liegen die Datensätze zur weiteren Auswertung bereits vor Studienbeginn vor. Als Studienort wird das Bundeswehrzentral Krankenhaus festgelegt, da es mit einem bodengebundenen Rettungsdienst und einer Luftrettung das größtmögliche Spektrum bietet. Die Besetzung des Rettungs-Transport-Hubschraubers (RTH) erfolgt einheitlich durch Fachärzte. Auf dem Notarzteinsatzfahrzeug (NEF) kommen Fachärzte sowie Assistenzärzte zum Einsatz. Alle Notärzte sind im Fachbereich Anästhesiologie tätig. In der Auswertung werden auch Einsätze von Rettungsassistenten/Notfallsanitätern aufgeführt. Diese werden separat erfasst, weil der Notarzt hier zwar involviert gewesen ist, die Medikation jedoch durch die Rettungsassistenten/Notfallsanitäter vor Eintreffen des Notarztes durchgeführt und ärztlich nicht erweitert wurde.

Alle einsatzrelevanten Daten sind auf Notarzt-Einsatzprotokollen nach den Richtlinien der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) erfasst, die handschriftlich oder elektronisch von dem behandelnden Notarzt ausgefüllt wurden. Hierbei unterscheidet sich das Protokoll des RTHs nur geringfügig von dem des NEFs.

Vor Durchführung der Datenerhebung wird das Vorhaben bei der Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz unter der Vorgangsnummer 2019-14628-retrospektiv angezeigt und der Studiendurchführung mit Votum vom 22.10.2019 zugestimmt.

Für die Auswertung werden alle Einsatzprotokolle der Luftrettung und Bodenrettung vom 01. Januar 2018 bis zum 31. Dezember 2018 gesichtet. Die Luftrettung absolvierte insgesamt 2.010 Einsätze. Hiervon müssen 96 Sekundäreinsätze und 198 Fehleinsätze abgezogen werden. Als studienrelevant verbleiben 1.716 Primärbehandlungen. Für die Bodenrettung werden insgesamt 6.829 Einsätze gezählt. Da nur die arztbesetzten Rettungsmittel ausgewertet werden, müssen 2.992 Einsätze des RTWs, 303 Krankentransporte und 6 Teamtransporte abgezogen werden. Außerdem finden 708 Sekundärtransporte und 552 Fehleinsätze keine Berücksichtigung. Es verbleiben 2.268 Einsatzprotokolle, die für die Bodenrettung ausgewertet werden können.

Abbildung 1: Flussdiagramm der Einsatzstatistik für das NEF der Bundeswehr und den RTH „Christoph 23“ im Jahr 2018



Das Patientenkollektiv umfasst alle Kasus des o.g. Intervalls, in denen Analgetika verabreicht wurden ($n = 853$). Ausgeschlossen werden Fälle mit einer Intubationsindikation ($n = 286$) sowie unvollständige Einsatzprotokolle ($n = 39$). Alle Patienten waren älter als 16 Jahre. 528 Einsatzprotokolle liegen final zur Auswertung vor. Es wird ein anonymisierter Datensatz angelegt, der die Basisdaten Geschlecht, Alter, Vormedikation und Vorerkrankungen zu jedem Patienten erfasst.

Die Hauptkriterien der weiteren Auswertung sind:

- Das Qualifikationsniveau des medizinischen Personals, unterteilt in Einsätze von Fachärzten (n = 420), Assistenzärzten (n = 98) und Rettungsassistenten/Notfallsanitätern (n = 10)
- Die Behandlungsdiagnose:
 1. Polytrauma (n = 36)
 2. Trauma (n = 210)
 3. Luxation/Distorsion (n = 36)
 4. Akutes Koronarsyndrom (n = 128)
 5. Kolikartige Schmerzen (n = 22)
 6. Akutes Abdomen (n = 30)
 7. Neurologische Diagnosen (n = 3)
 8. Nicht traumatisch bedingte Rückenschmerzen (n = 40)
 9. Verbrennung/Verbrühung (n = 9)
 10. Sonstige Diagnosen (n = 14)

Zur besseren Interpretation werden die Diagnosen zu 5 Hauptdiagnosen zusammengefasst:

1. Trauma (n = 282)
 2. Akutes Koronarsyndrom (n = 128)
 3. Akutes Abdomen (n = 52)
 4. Nicht traumatisch bedingte Rückenschmerzen (n = 40)
 5. Sonstige Diagnosen (n = 26)
- Der NRS-Wert vor und nach der analgetischen Therapie

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Patientendaten nach Diagnosen in Gruppen eingeteilt. Es gelingt die Bündelung eines Großteils der ermittelten Diagnosen in Trauma, akutes Koronarsyndrom, akutes Abdomen und nicht traumatisch bedingte Rückenschmerzen. Die verbleibenden Fälle können keiner dieser Gruppe zugeordnet werden und werden als sonstige Diagnosen zusammengefasst. Bei einem Stichprobenumfang von 26 Datensätzen ist eine weitere Auswertung nicht anzustreben, da kein zuverlässiges Ergebnis zu erfassen ist. Die

die einzelnen Diagnosegruppen aufgeteilt und die jeweilige absolute Schmerzreduktion der NRS dargestellt. Diese resultiert aus der Differenz der von den Patienten angegebenen Werte der NRS vor der Therapie und der entsprechenden Werte nach erfolgter Analgesie. Die erzielte Schmerzreduktion durch die Assistenzärzte wird mit der der Fachärzte für jede Diagnosegruppe direkt miteinander verglichen.

Zur besseren Vergleichbarkeit wird neben gewöhnlichen Balkendiagrammen auch auf Balkendiagramme mit doppelten Achsen (Säulen- und Liniendiagramm) zurückgegriffen. Hiermit lässt sich der Einfluss von 2 verschiedenen Variablen eindrücklich darstellen. Direkte Vergleiche und geordnete Zusammenstellungen größerer Zahlenmengen erfolgen außerdem in Tabellenform. Die Visualisierung der Verteilung von Daten wird aus Gründen der Übersichtlichkeit in einem Kreisdiagramm dargestellt.

Die Haupthypothese wird mittels konfirmatorischer Statistik auf Signifikanz überprüft. Für 2 unabhängige Stichproben wird mit dem „Mann-Whitney-U-Test“ (Wilkoxon-Rangsummen-Test) ein nichtparametrischer Test genutzt.

Das Signifikanzniveau wird auf 5 % festgelegt. Für die Signifikanz-Beurteilung wird der asymptotische p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests verwendet.

Zur weiteren Analyse werden Median, Perzentile, sowie Minimal- und Maximalwert der absoluten Schmerzreduktion der Assistenzärzte mit denen der Fachärzte verglichen. Als Lageparameter zur Beschreibung eines quantitativen Merkmals, wie der NRS-Reduktion, wird der Median (Q1, Q3) verwendet, wobei Q1 das 25 % und Q3 das 75 % Quantil der Verteilung bezeichnet.

Für die Nebenhypothesen wird in gleicher Weise verfahren, allerdings im Rahmen einer explorativen Statistik, ohne Aussage über die konfirmatorische Signifikanz. Dies ist bei der Interpretation der p-Werte zu beachten.

4. Ergebnisse

Für Rheinland-Pfalz werden im Portal für Brand- und Katastrophenschutz für 2018 insgesamt 95.842 Einsätze von Notarzteinsatzfahrzeugen (NEF) und 7.565 Primärtransporte und -versorgungen durch Rettungstransporthubschrauber (RTH) geführt (Brucker 2019). Die Bodenrettung der Bundeswehr Koblenz, mit Standort am Bundeswehrzentral Krankenhaus, absolviert in diesem Jahr, als NEF oder NAW, insgesamt 2.268 Einsätze, der RTH 1.716 Primäreinsätze und -versorgungen. Von den 3.984 Patienten erhalten 853 eine Analgesie. Alle Protokolle liegen zur Auswertung vor. Patienten mit einer Narkoseinduktion finden keine Berücksichtigung (286 Patienten), da eine Evaluation der Schmerzintensität nach Therapie hier nicht dokumentiert werden kann (Brucker 2019). Nicht vollständig ausgefüllte Einsatzprotokolle werden zur Auswertung ebenfalls nicht zugelassen (39 Protokolle). Das Patientenkollektiv, das eine analgetische Therapie benötigt, beläuft sich demnach auf 528 Fälle (13,25 %).

Für das NEF/den NAW werden 214 Protokolle ausgewertet, für den RTH 314 Einsätze analysiert. Die Besatzung des NEF besteht im Untersuchungszeitraum aus 14 Assistenzärzten (38,88 %) und 22 Fachärzten (61,11 %). Von den Notärzten des NEFs sind 9 weiblichen (25 %) und 27 männlichen Geschlechts (75 %). Der RTH wird durch 21 Fachärzte besetzt, die sich aus 4 weiblichen (19,05 %) und 17 männlichen (80,95 %) Notärzten zusammensetzen. Von den Fachärzten sind 5 männliche Notärzte bodengebunden und in der Luftrettung tätig. Insgesamt werden die Patienten dieser Studie von 52 Notärzten betreut, von denen 13 weiblichen (25 %) und 39 männlichen Geschlechts (75 %) sind.

Bei den häufigsten Einsatzindikationen für eine Schmerztherapie handelt es sich in den ausgewerteten Patientendaten von 2018 um traumatische Geschehen (53,4 %), Einsätze rund um den Symptomenkomplex des akuten Koronarsyndroms (24,2 %), das Beschwerdebild eines akuten Abdomens (9,8 %) und Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma (7,6 %).

Patienten mit traumatischer Genese geben ihr Schmerzniveau initial/final im Median mit 7 (5, 8)/2,5 (1, 3) Punkten an, die Einstufung der Schmerzen des akuten Koronarsyndroms erfolgt mit 5 (4, 6)/2 (1, 3) Punkten. Am höchsten werden die Schmerzen der Krankheitsbilder des akuten Abdomens, mit 8 (7, 9)/3 (2, 4) Punkten, sowie der

Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma, mit 8 (7, 9,75)/3 (2, 4) Punkten, eingestuft.

In der Traumatherapie ordnen 90,3 % der Patienten das initiale Schmerzlevel ≥ 4 Punkten auf der NRS ein. Hier kann eine Verbesserung um mediane 4,5 (3, 6) Punkte auf der NRS erzielt werden. In der Behandlung des akuten Koronarsyndroms, das zu Beginn das niedrigste Schmerzniveau hat, wird lediglich eine Reduktion der Schmerzen um 3 (2, 5) Punkte erreicht. 86,7 % der Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom geben ein Schmerzniveau ≥ 4 Punkten auf der NRS vor der analgetischen Therapie an, nach der Analgesie haben 93 % der Patienten ein Schmerzlevel ≤ 3 Punkten. Die Schmerztherapie der beiden Diagnosen mit dem höchsten Schmerzniveau erzielt die größte NRS-Reduktion: Die Analgesie bei akutem Abdomen und nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen verringert das Schmerzniveau um 5 (3, 6) Punkte bzw. 5 (4, 7) Punkte. Das initiale Schmerzniveau liegt für Rückenschmerzen ohne Trauma zu 97,5 % bei ≥ 4 Punkten auf der NRS. Insgesamt erzielen die Notärzte eine Verbesserung der Schmerzlevels um 4 (3, 6) Punkte auf der NRS.

Betrachtet man das Patientenkollektiv insgesamt, bewerten 37,9 % die Schmerztherapie mit einer Reduktion des Schmerzniveaus um ≤ 3 Punkten. 76,9 % der Patienten beurteilen den Effekt der analgetischen Therapie hingegen mit einer Verbesserung um ≥ 3 Punkte auf der NRS (Tabelle 1).

37,6 % der Patienten erreichen das Krankenhaus mit einem NRS ≥ 3 Punkte. 85,8 % stufen bei Ankunft im Krankenhaus ihren NRS-Wert < 4 ein, dies sind 79,6 % der von Assistenzärzten und 88,1 % der von Fachärzten behandelten Patienten, bzw. 87 % der von männlichen und 81,9 % der von weiblichen Notärzten betreuten Fälle. 14,3 % der Patienten geben bei Ankunft im Krankenhaus ein Schmerzniveau ≥ 4 Punkten auf der NRS an.

122 von 528 Patienten geben eine Reduktion des Schmerzlevels < 3 Punkten auf der NRS an. Von den verbleibenden 406 Patienten haben 24 Patienten bei Ankunft im Krankenhaus ein Schmerzniveau ≥ 4 Punkten.

Tabelle 1: Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels als Differenz der Punkte vor und nach analgetischer Therapie mit absoluten und relativen Häufigkeiten für Boden- und Flugrettung

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 0	15	2,8	2,8	2,8
1	32	6,1	6,1	8,9
2	75	14,2	14,2	23,1
3	78	14,8	14,8	37,9
4	94	17,8	17,8	55,7
5	94	17,8	17,8	73,5
6	65	12,3	12,3	85,8
7	36	6,8	6,8	92,6
8	25	4,7	4,7	97,3
9	12	2,3	2,3	99,6
10	2	,4	,4	100,0
Gesamt	528	100,0	100,0	

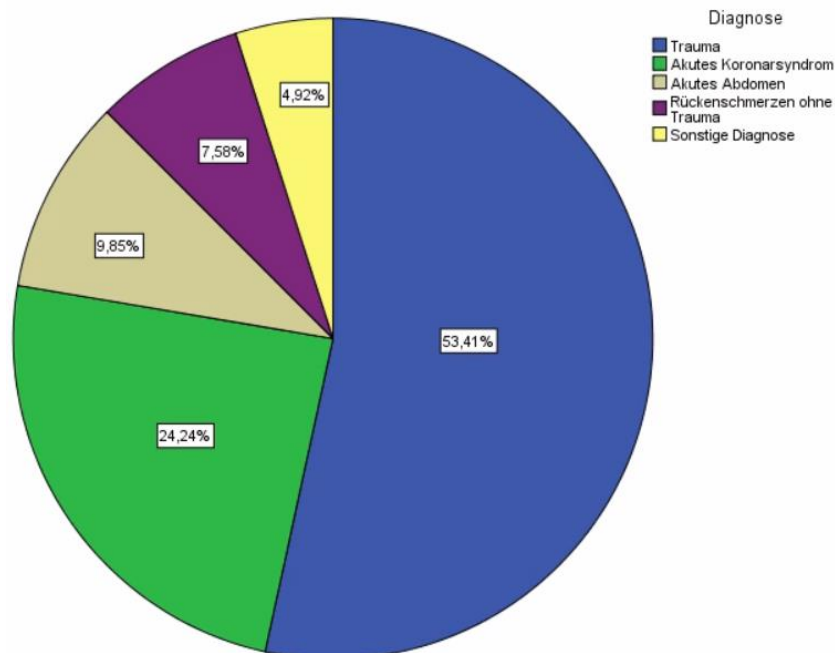
Tabelle 2: Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels als Differenz der Punkte vor und nach analgetischer Therapie mit absoluten und relativen Häufigkeiten für die Flugrettung

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 0	12	3,8	3,8	3,8
1	20	6,4	6,4	10,2
2	47	15,0	15,0	25,2
3	43	13,7	13,7	38,9
4	54	17,2	17,2	56,1
5	58	18,5	18,5	74,5
6	39	12,4	12,4	86,9
7	22	7,0	7,0	93,9
8	12	3,8	3,8	97,8
9	6	1,9	1,9	99,7
10	1	,3	,3	100,0
Gesamt	314	100,0	100,0	

In der Luftrettung zeigt sich eine Verbesserung des Schmerzlevels um < 3 Punkte bei 25,2 % (79 Patienten) (Tabelle 2). 10,6 % weisen bei Ankunft im Krankenhaus einen Wert ≥ 4 Punkten auf der NRS auf. Insgesamt gibt es 314 Patienten in der Flugrettung, von denen 79 eine Verbesserung des Schmerzlevels < 3 Punkten auf der NRS angeben. Von den Patienten, die eine Reduktion des Schmerzniveaus ≥ 3 Punkten aufweisen, liegt das Schmerzniveau bei Ankunft im Krankenhaus in 8 Fällen ≥ 4 Punkten.

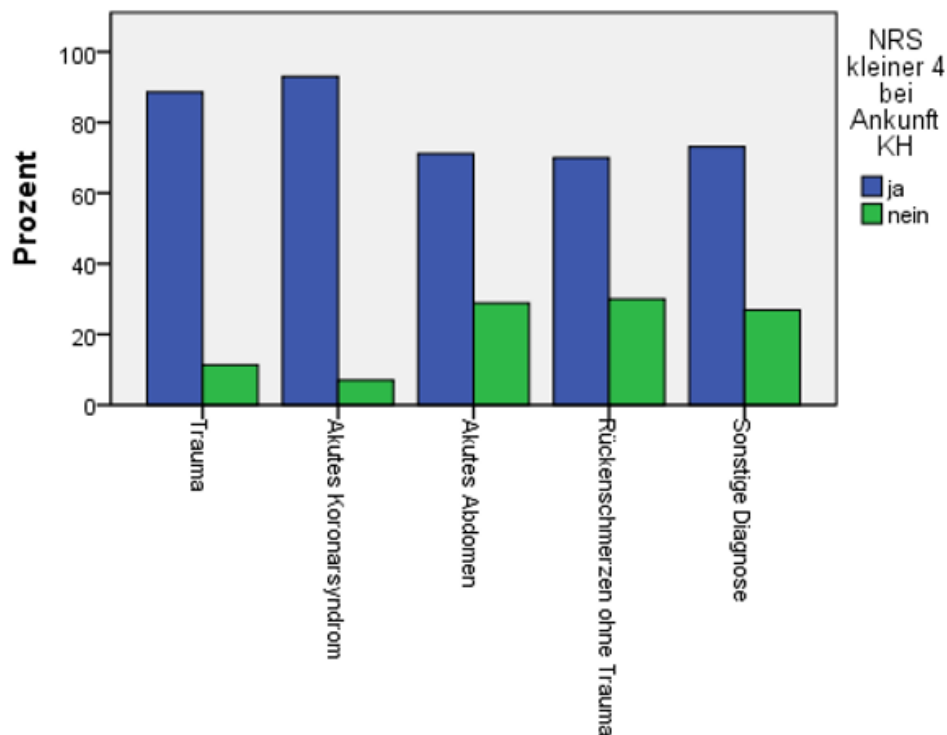
Abbildung 2 zeigt die Verteilung der einzelnen Diagnosen als Kreisdiagramm: 53,41 % Trauma, 24,24 % akutes Koronarsyndroms, 9,85 % akutes Abdomen, 7,58 % Rückenschmerzen ohne Trauma und 4,92 % sonstige Diagnosen.

Abbildung 2: Kreisdiagramm zur Verteilung der Diagnosen



Der Erfolg der analgetischen Therapie kann an verschiedenen Parametern gemessen werden. Einer davon ist der finale Wert auf der NRS bei Ankunft im Krankenhaus. Abbildung 3 zeigt, dass der behandelnde Notarzt mit seiner Schmerztherapie bei jeder Diagnose in der absoluten Mehrheit einen finalen Wert < 4 Punkten auf der NRS erreicht. Am häufigsten tritt eine Reduktion des Schmerzniveaus auf einen Wert < 4 Punkten auf der NRS in der Therapie des akuten Koronarsyndroms (93 %) ein, gefolgt von der Traumatherapie (88,6 %). Das Schmerzlevel bei Ankunft im Krankenhaus liegt für die Behandlung des akuten Abdomens zu 71,2 % und die der nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen zu 70 % bei einem Wert < 4 Punkten auf der NRS.

Abbildung 3: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung eines finalen Wertes < 4 Punkten auf der NRS bei Ankunft im Krankenhaus nach Diagnosen



4.1. Assistenzarzt oder Facharzt

Die Haupthypothese dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Frage nach einem qualitativen Unterschied der analgetischen Therapie von Assistenzärzten und Fachärzten. Von den 528 ausgewerteten Einsatzprotokollen wird der Patient in 98 Fällen schmerztherapeutisch durch einen Assistenzarzt für Anästhesie versorgt (18,6 %), 420 Behandlungen erfolgen durch einen Facharzt für Anästhesie (79,5 %). 10 Patienten werden analgetisch von einem Rettungsassistenten/Notfallsanitäter betreut (1,9 %). Die Fallzahlen für die Behandlung durch einen Facharzt fallen für alle Diagnosen deutlich höher aus als die für Assistenzärzte (Tabelle 3).

Eine analgetische Therapie, die ausschließlich durch Rettungsassistenten/Notfallsanitäter durchgeführt wird, kann nur für die Diagnosen Trauma ($n = 5$), akutes Abdomen ($n = 4$) und nicht traumatisch bedingte Rückenschmerzen ($n = 1$) dokumentiert werden (Tabelle 3). Hier wird eine analgetische Therapie durch den Rettungsassistenten/Notfallsanitäter eingeleitet, bevor der Notarzt eingetroffen ist. Der später eintreffende Notarzt appliziert jedoch keine weiteren Analgetika, weshalb Rettungsassistenten/Notfallsanitäter als eigene Gruppe geführt werden.

Tabelle 3: Kreuztabelle für die Besetzung der Rettungsmittel und alle Diagnosen

			Besetzung Rettungsmittel			Gesamt
			Assistenzarzt	Facharzt	Rettungsassistent	
Diagnose	Trauma	Anzahl	35	242	5	282
		% innerhalb von Diagnose	12,4%	85,8%	1,8%	100,0%
	Akutes Koronarsyndrom	Anzahl	33	95	0	128
		% innerhalb von Diagnose	25,8%	74,2%	0,0%	100,0%
	Akutes Abdomen	Anzahl	15	33	4	52
		% innerhalb von Diagnose	28,8%	63,5%	7,7%	100,0%
	Rückenschmerzen ohne Trauma	Anzahl	10	29	1	40
		% innerhalb von Diagnose	25,0%	72,5%	2,5%	100,0%
	Sonstige Diagnose	Anzahl	5	21	0	26
		% innerhalb von Diagnose	19,2%	80,8%	0,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	98	420	10	528
		% innerhalb von Diagnose	18,6%	79,5%	1,9%	100,0%

Betrachtet man die Verteilung der ausgewerteten Protokolle nach den einzelnen Diagnosen, ist das Trauma mit 282 Einsätzen (53,4 %) das am häufigsten behandelte Krankheitsbild, gefolgt von dem akuten Koronarsyndrom mit 128 Fällen (24,2 %). Die Anzahl der Patienten, die unter der Diagnose akutes Abdomen geführt werden, liegt bei 52 (9,8 %), gefolgt von Patienten mit Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma mit 40 (7,6 %) Einsätzen. Alle weiteren Diagnosen werden als sonstige Diagnosen zusammengefasst und entsprechen 26 (4,9 %) ausgewerteten Einsatzprotokollen (Tabelle 3).

Lässt man die Unterteilung in Diagnosegruppen ungeachtet, zeigt sich kein signifikanter Unterschied für den Effekt der analgetischen Therapie von Assistenzärzten und Fachärzten ($p = 0,682$; Tabelle 5). Der Median die Reduktion der Schmerzintensität ist mit einem Wert von 4 (3, 6) Punkten auf der NRS gleich (Tabelle 4).

Tabelle 4: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) für alle Diagnosen

N	Gültig	98	N	Gültig	420
	Fehlend	0		Fehlend	0
Mittelwert		4,34	Mittelwert		4,23
Median		4,00	Median		4,00
Standardabweichung		1,921	Standardabweichung		2,118
Varianz		3,690	Varianz		4,485
Minimum		1	Minimum		0
Maximum		9	Maximum		10
Perzentile	25	3,00	Perzentile	25	3,00
	50	4,00		50	4,00
	75	6,00		75	6,00

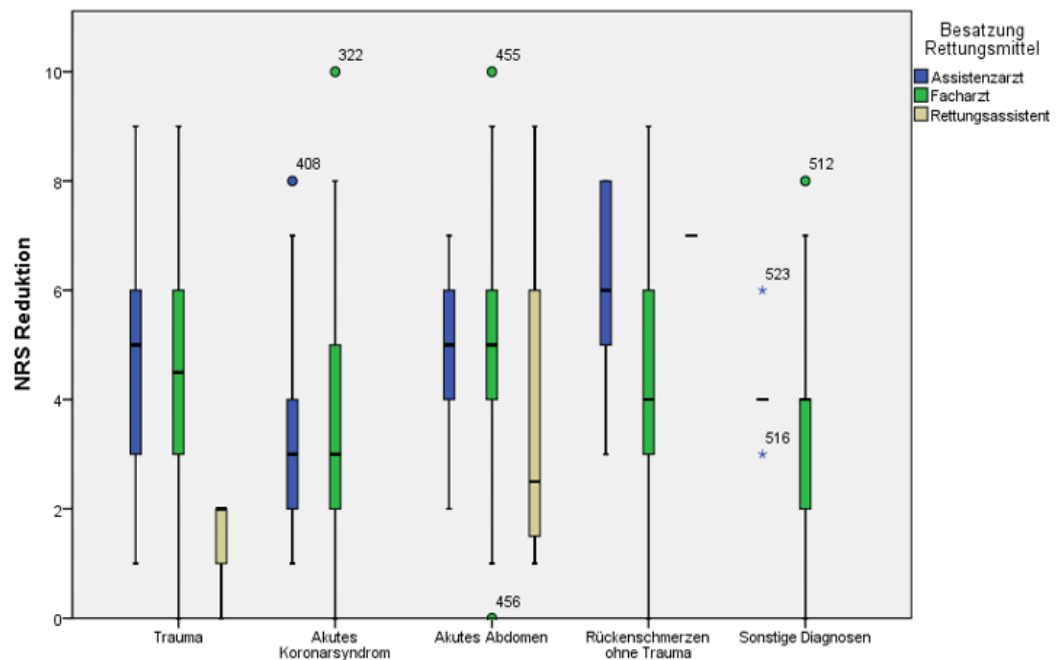
Tabelle 5: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt für alle Diagnosen

	NRS-Reduktion
Mann-Whitney-U	20039,500
Wilcoxon-W	108449,500
Z	-,409
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,682

a. Gruppenvariable: Besatzung Rettungsmittel

Abbildung 4 visualisiert das Ausmaß der NRS-Reduktion durch die Analgesie von Assistenzärzten, Fachärzten und Rettungsassistenten/Notfallsanitätern für alle in dieser Arbeit ausgewerteten Diagnosen in Boxplots. Die Box wird an der Unterkante mit dem 1. Quartil, an der Oberkante mit dem 3. Quartil begrenzt. Der Abstand zwischen den beiden Quartilen ist der Interquartilsabstand (IQA) und umfasst die mittleren 50 % der Datenmenge. In der Box befindet sich ein horizontaler Strich, der den Median der Verteilung darstellt. Die Whisker sind vertikale Striche, die die Box nach oben und unten verlängern. Sie schließen nach dem 1,5-fachen IQA mit einer kurzen horizontalen Linie ab. Liegt das Minimum bzw. Maximum des Datensatzes innerhalb des 1,5-fachen IQA, enden die Whisker bereits früher. Daten außerhalb der Whisker stellen potenzielle Ausreißer dar und werden nach milden und extremen Ausreißern unterschieden. Liegt der Ausreißer im Bereich des 1,5- und 3-fachen IQA vom 1. bzw. 3. Quartil, ist es ein milder Ausreißer und wird mit einem Punkten markiert. Extreme Ausreißer weisen einen Abstand von mehr als dem 3-fachen IQA auf und werden mit einem Sternchen gekennzeichnet. Jeder Ausreißer ist mit einer Zahl beschriftet, die der Fallnummer des Datensatzes entspricht.

Abbildung 4: Boxplots zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels für die analgetische Therapie von Assistenzärzten, Fachärzten und Rettungsassistenten/Notfallsanitäter für alle Diagnosen



In der Gesamtschau der Daten zeigt die Analgesie der Assistenzärzte bei der Behandlung von Rückenschmerzen ohne Trauma von allen Krankheitsbildern und Notärzten die höchste Schmerzreduktion auf der NRS. Die Fachärzte erzielen in der analgetischen Therapie des akuten Abdomens die größte NRS-Reduktion. Allerdings zeigt sich für die Fachärzte bei der Diagnose akutes Abdomen, im direkten Vergleich zu den Assistenzärzten, weder im Median noch im Interquartilsbereich ein Vorteil (Median für beide Gruppen 5; Interquartilsbereich 4-6 für Assistenzärzte, 3,5-6 für Fachärzte). Die Streuung der Ergebnisse der Fachärzte ist um einiges stärker als die der Assistenzärzte. Die Schmerztherapie des akuten Koronarsyndroms weist bei beiden Gruppen die geringste Schmerzreduktion auf.

Der direkte Vergleich der absoluten Reduktion des Schmerzniveaus beider Notarztgruppen zeigt, dass die Assistenzärzte in der Behandlung von Traumata, mit einem Median von 5 (3, 6) Punkten auf der NRS, eine um 0,5 Punkte höher Reduktion erzielen als die Fachärzte mit 4,5 (3, 6) Punkten (Tabelle 6). Die in Klammern gesetzten Werte hinter dem Median stehen für das 1. und 3. Quartil. Der entsprechende Mann-Whitney-Test berechnet für den Unterschied in der NRS-Reduktion der Schmerztherapie einen p-Wert von 0,54 (Tabelle 7). Das initiale

Schmerzniveau liegt bei den Assistenzärzten bei medianen 7 (6, 8) Punkten auf der NRS, bzw. bei 6,5 (5, 8) Punkten bei den Fachärzten.

Tabelle 6: Deskriptive Statistik zur absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Traumatherapie

N ^a	Gültig ^a	35 ^a	N ^a	Gültig ^a	242 ^a
	Fehlend ^a	0 ^a		Fehlend ^a	0 ^a
Median		5,00 ^a	Median ^a		4,50 ^a
Standardabweichung ^a		1,893 ^a	Standardabweichung ^a		2,127 ^a
Varianz ^a		3,585 ^a	Varianz ^a		4,526 ^a
Minimum ^a		1 ^a	Minimum ^a		0 ^a
Maximum ^a		9 ^a	Maximum ^a		9 ^a
Perzentile ^a	25 ^a	3,00 ^a	Perzentile ^a	25 ^a	3,00 ^a
	50 ^a	5,00 ^a		50 ^a	4,50 ^a
	75 ^a	6,00 ^a		75 ^a	6,00 ^a

Tabelle 7: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt in der Traumatherapie

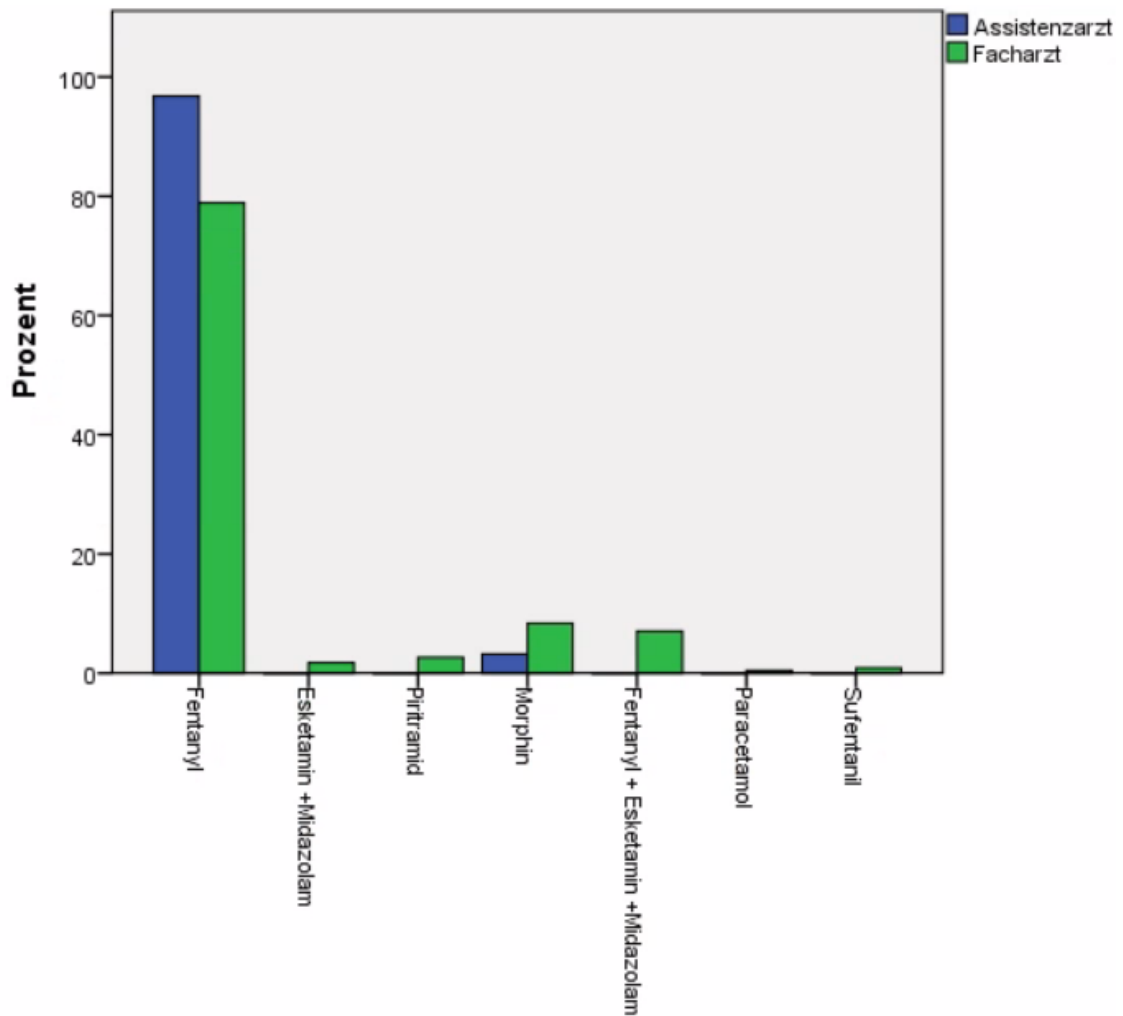
	NRS-Reduktion
Mann-Whitney-U	3966,500
Wilcoxon-W	33369,500
Z	-,613
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,540

a. Gruppenvariable: Besatzung-Rettungsmittel

Abbildung 5 zeigt die Analgetika, die zur Schmerztherapie bei traumatischen Geschehen eingesetzt werden und ihre prozentuale Verteilung, nach der Qualifikation des Notarztes. Beide Berufsgruppen verwenden am häufigsten Fentanyl. Assistenzärzte greifen alternativ, aber vergleichsweise selten, zu Morphin. Für die Fachärzte kommt in der Häufigkeitsverteilung nach Fentanyl die analgetische Therapie mit Morphin, die kombinierte Gabe von Fentanyl, Esketamin und Midazolam sowie die Kombination von Esketamin und Midazolam. Piritramid, Sufentanil und Paracetamol werden ausschließlich bei Einsätzen des RTHs zur Schmerztherapie dokumentiert und das vernachlässigbar selten.

Mit einem Stichprobenumfang von 242 ausgewerteten Einsatzprotokollen für Fachärzte und nur 35 Fällen für Assistenzärzte liegt in der Traumatherapie eine ungleiche Verteilung vor (Tabelle 3).

Abbildung 5: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika nach der Qualifikation des Notarztes in der Traumatherapie



Weder für die analgetische Therapie des akuten Koronarsyndroms noch für die des akuten Abdomens kann ein statistisch relevanter Unterschied in der Veränderung des Schmerzniveaus gefunden werden. Für das akute Koronarsyndrom erzielen die Assistenzärzte eine Reduktion des Schmerzlevels um 3 (2, 4) Punkte auf der NRS, die Fachärzte liegen bei 3 (2, 5) Punkten (Tabelle 8). In der Therapie des akuten Abdomens können die Assistenzärzte das Schmerzniveau um 5 (4, 6) Punkte auf der NRS, die Fachärzte um 5 (3,5, 6) Punkte, senken (Tabelle 9).

Tabelle 8: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Analgesie des akuten Koronarsyndroms

N	Gültig	33
	Fehlend	0
Median		3,00
Standardabweichung		1,696
Varianz		2,877
Minimum		1
Maximum		8
Perzentile	25	2,00
	50	3,00
	75	4,00

N	Gültig	95
	Fehlend	0
Median		3,00
Standardabweichung		1,905
Varianz		3,629
Minimum		0
Maximum		10
Perzentile	25	2,00
	50	3,00
	75	5,00

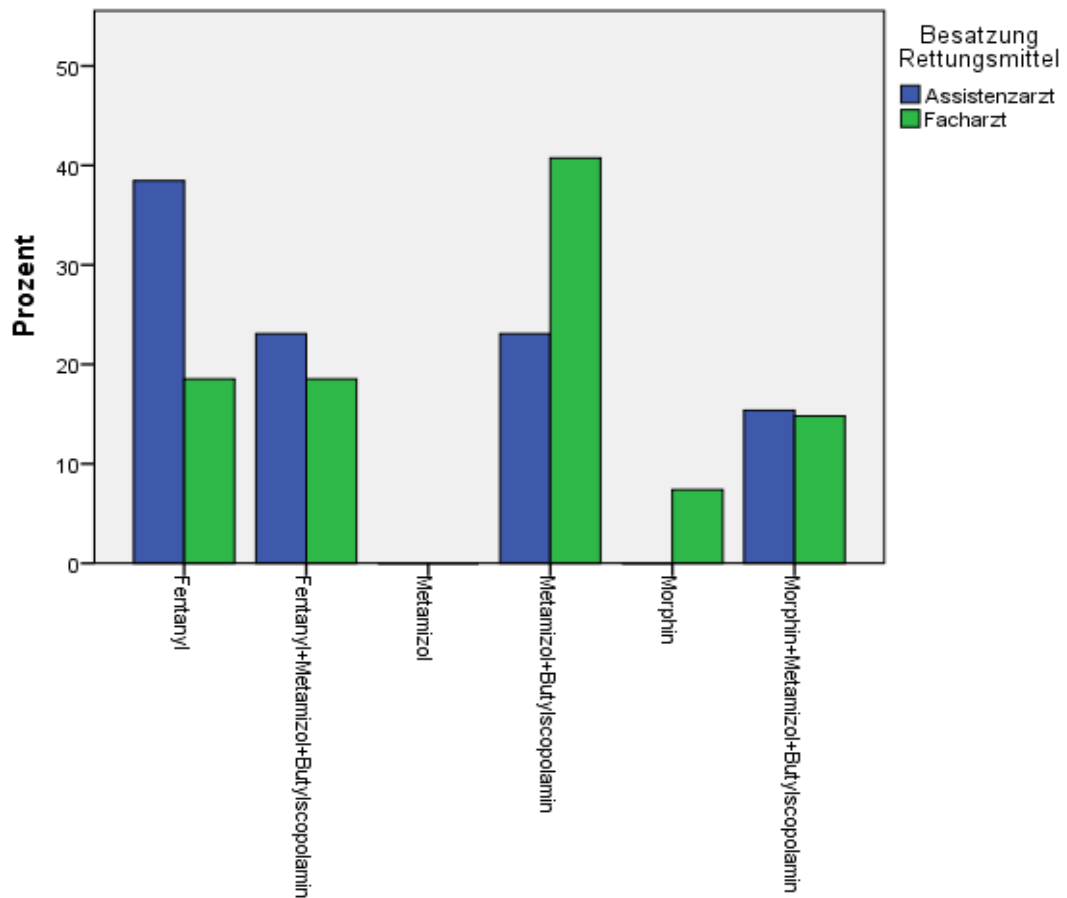
Tabelle 9: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Analgesie des akuten Abdomens

N	Gültig	15
	Fehlend	0
Median		5,00
Standardabweichung		1,534
Varianz		2,352
Minimum		2
Maximum		7
Perzentile	25	4,00
	50	5,00
	75	6,00

N	Gültig	33
	Fehlend	0
Median		5,00
Standardabweichung		2,176
Varianz		4,735
Minimum		0
Maximum		10
Perzentile	25	3,50
	50	5,00
	75	6,00

In der Therapie des akuten Abdomens applizieren die Assistenzärzte am häufigsten Fentanyl oder die Kombinationen von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin sowie Metamizol und Butylscopolamin. Die Fachärzte verabreichen in den meisten Fällen Metamizol und Butylscopolamin, gefolgt von ausschließlich Fentanyl und der Kombination von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin (Abbildung 6).

Abbildung 6: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der Analgetika für die Qualifikation des Notarztes in der Therapie von akuten Abdomen



Der größte Unterschied im Ergebnis der Schmerztherapie zeigt sich in der Behandlung von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen. Hier liegt der Median der Schmerzreduktion mit 6 (4,75, 8) Punkten auf der NRS für die Assistenzärzte deutlich höher als das Ergebnis der Fachärzte mit 4 (3, 6) Punkten (Tabelle 10). Allerdings kann auch hier keine statistische Relevanz nachgewiesen werden ($p = 0,088$, Tabelle 11). 80 % der Assistenzärzte und 72,4 % der Fachärzte verwenden Fentanyl zur Analgesie. Die Kombination von Esketamin und Midazolam findet in der analgetischen Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen bei den Assistenzärzten zu 20 % und bei den Fachärzten zu 0 % Anwendung (Abbildung 7).

Abbildung 7: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen

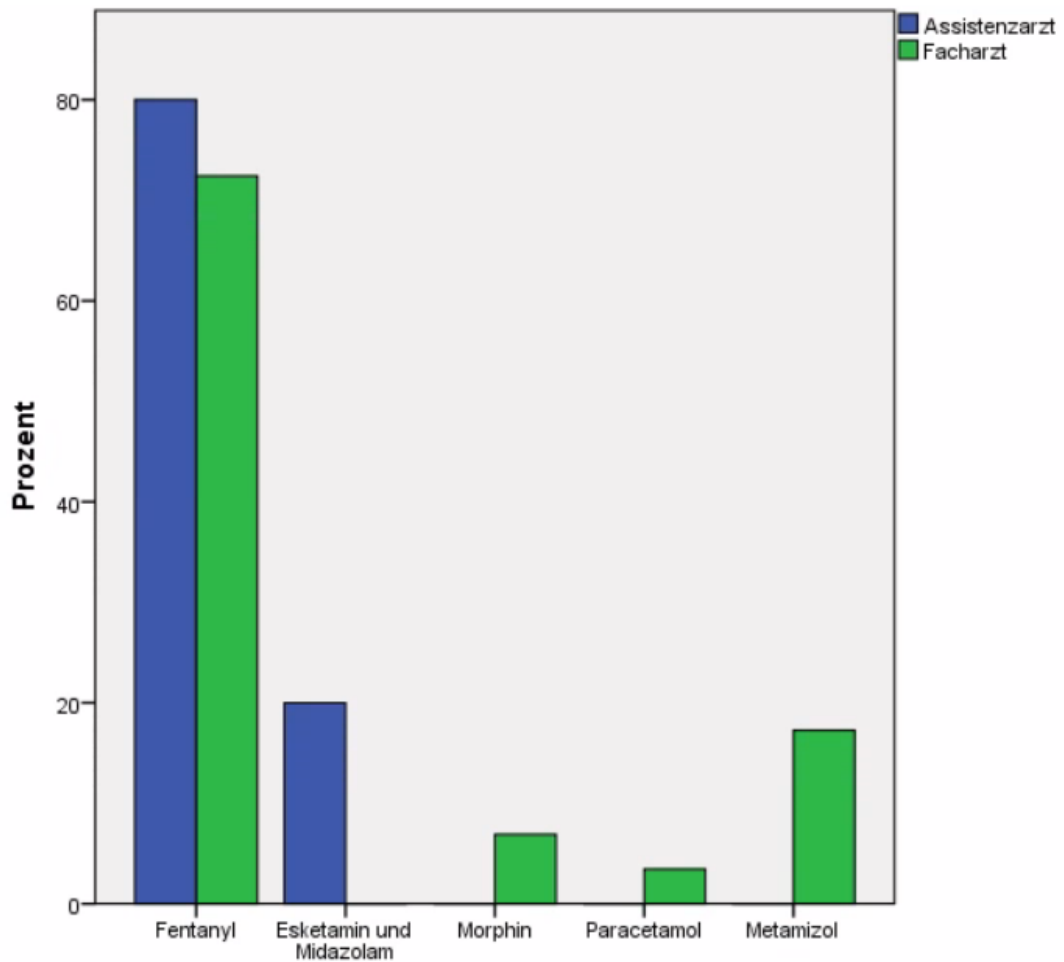


Tabelle 10: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten (links) und Fachärzten (rechts) in der Therapie von Rückenschmerzen ohne Trauma

N α	Gültig α	10 α
	Fehlend α	0 α
Median		6,00 α
Standardabweichung α		1,826 α
Varianz α		3,333 α
Minimum α		3 α
Maximum α		8 α
Perzentile α	25 α	4,75 α
	50 α	6,00 α
	75 α	8,00 α

N α	Gültig α	29 α
	Fehlend α	0 α
Median		4,00 α
Standardabweichung α		2,192 α
Varianz α		4,805 α
Minimum α		0 α
Maximum α		9 α
Perzentil 25 α		3,00 α
e α	50 α	4,00 α
	75 α	6,00 α

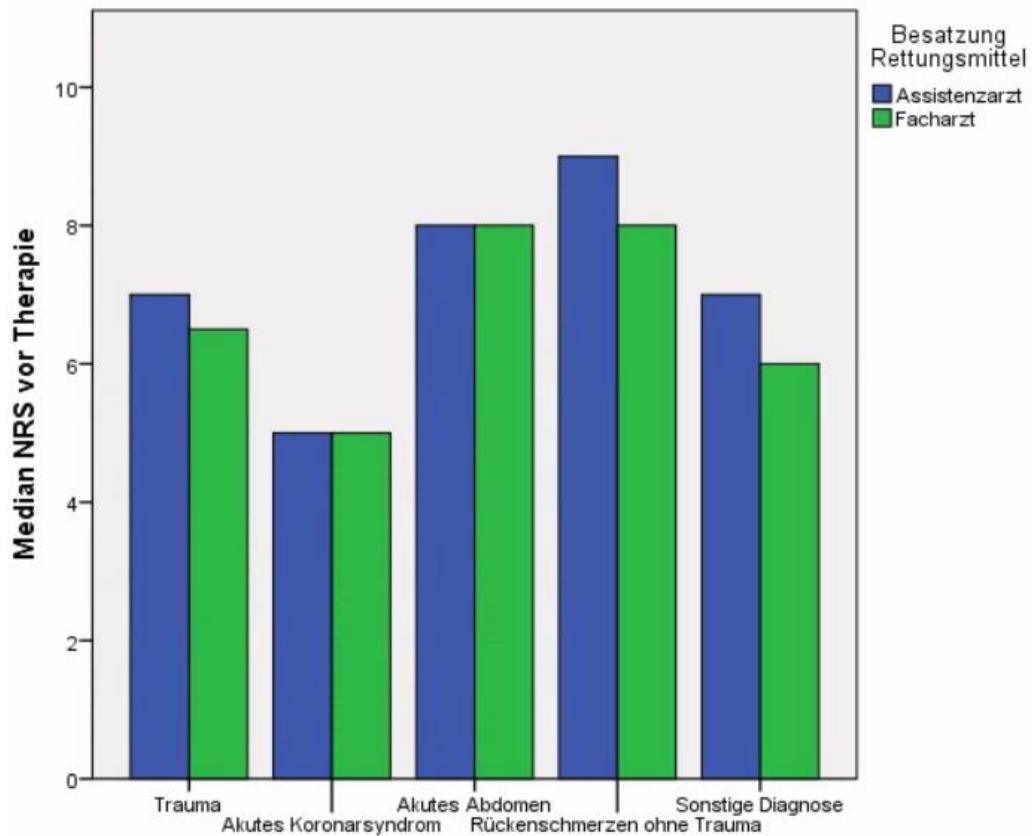
Tabelle 11: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt in der Therapie von Rückenschmerzen ohne Trauma

α	NRS-Reduktion ^α
Mann-Whitney-U	92,500 ^a
Wilcoxon-W	527,500 ^a
Z	-1,705 ^a
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,088 ^a
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,092 ^b

a. Gruppenvariable: Besatzung Rettungsmittel^α

b. Nicht für Bindungen korrigiert.^α

Abbildung 8: Balkendiagramm zur Darstellung der Einstufung des Schmerzlevels vor der analgetischen Therapie nach der Qualifikation des Notarztes nach Diagnosen



Patienten mit akutem Koronarsyndrom stufen in dieser Studie ihr initiales Schmerzlevel mit im Median 5 Punkten auf der NRS am niedrigsten ein. Das Schmerzniveau ist bei nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen am höchsten und liegt für die von Assistenzärzten behandelten Patienten bei medianen 9 Punkten auf der NRS und für die Patienten von Fachärzten bei 8 Punkten. Auch die Schmerzintensität bei einem akuten Abdomen liegt im Median mit 8 Punkten auf der NRS auf einem hohen Niveau.

Traumatische Schmerzen liegen im Vergleich zu den anderen Diagnosen mit medianen 7 Punkten auf der NRS bei Assistenzärzten und 6,5 Punkten bei Fachärzten im Mittelfeld (Abbildung 8). Die Beurteilung der Rubrik der sonstigen Diagnosen ist zu vernachlässigen, da die Krankheitsbilder hier variieren und ein direkter Vergleich somit nicht möglich ist.

Das Schmerzlevel zur Initiierung einer analgetischen Therapie sollte ≥ 4 Punkten auf der NRS sein. Dies entspricht zu 93,8 % der von den Assistenzärzten erhobenen Werte und zu 89,7 % der von Fachärzten. Nach erfolgter Schmerztherapie stufen die Patienten der Assistenzärzte zu 79,6 % die Schmerzskala < 4 Punkten ein, bei den Fachärzten sind es 88,1 % der Patienten. Eine Verbesserung von ≥ 3 Punkten auf der NRS wird bei 82,5 % der Assistenzärzte und 76,8 % der Fachärzte angegeben (Tabelle 12). Abbildung 9 zeigt die medianen Werte auf der NRS nach der analgetischen Therapie. Im Median liegt das Schmerzniveau aller Patienten bei 2 Punkten auf der NRS. Hierbei zeigen sich 2 Ausreißer. Die Patienten der Assistenzärzte mit akutem Abdomen sowie die Patienten der Fachärzte mit nicht traumatischen Rückenschmerzen stufen ihr finales Schmerzlevel bei 3 Punkten auf der NRS ein. Die NRS-Reduktion, als Differenz der Werte auf der NRS vor und nach der analgetischen Therapie, zeigt für die Therapie des akuten Koronarsyndroms einen Wert von 3 Punkten auf der NRS. Für die Therapie der Assistenzärzte bei nicht traumatischen Rückenschmerzen wird eine Reduktion von 6 Punkten auf der NRS verzeichnet (Abbildung 10).

Abbildung 9: Balkendiagramm zur Darstellung der Einstufung des Schmerzlevels nach erfolgter analgetischen Therapie nach der Qualifikation des Notarztes nach Diagnosen

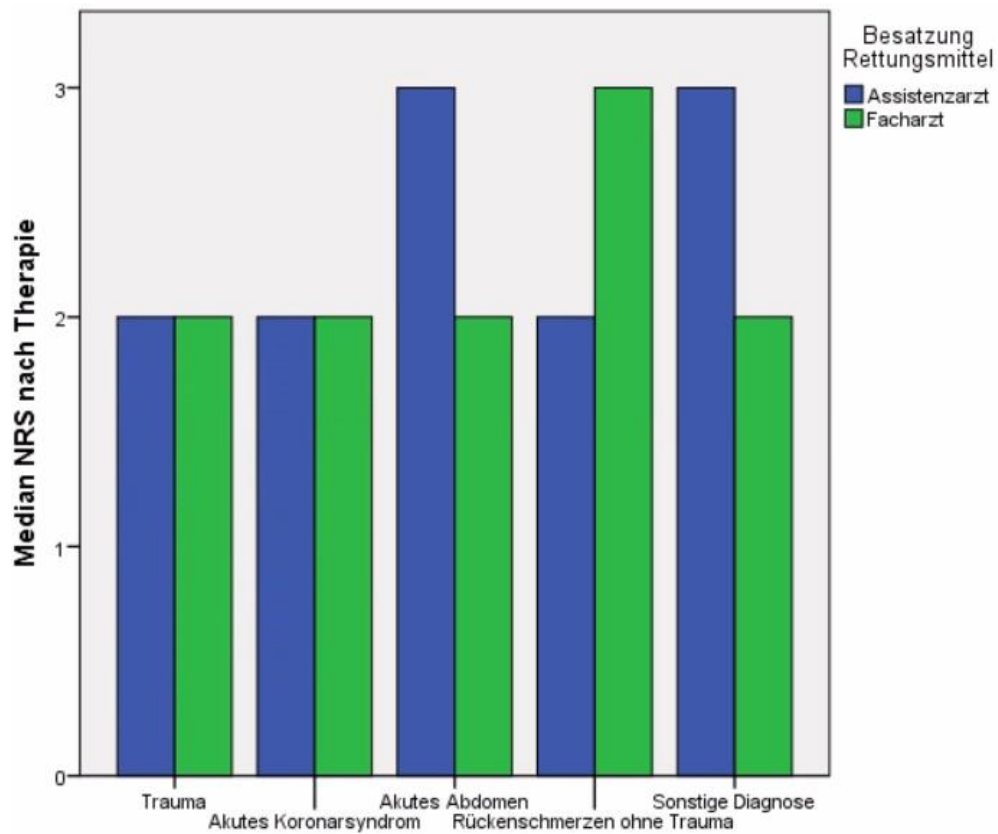


Abbildung 10: Balkendiagramm zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels von vor zu nach erfolgter analgetischer Therapie nach der Qualifikation des Notarztes

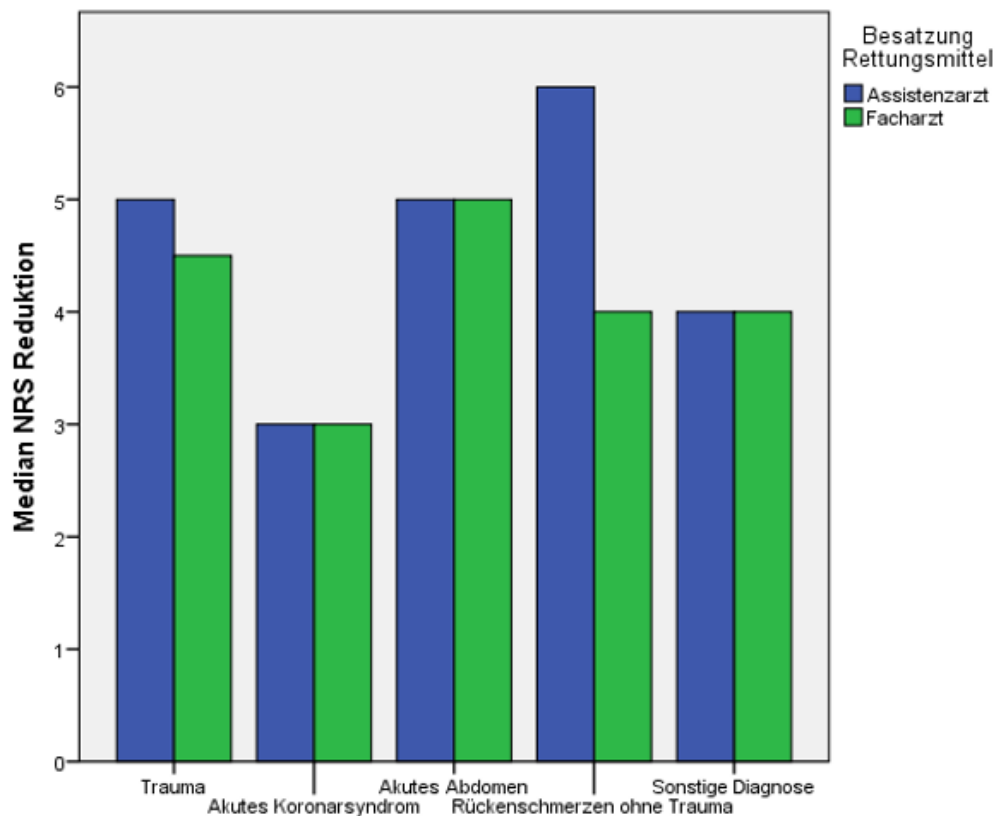


Tabelle 12: Kreuztabelle für die Reduktion des Schmerzlevels von vor zu nach erfolgter Schmerztherapie nach der Qualifikation des Notarztes und gesamt

			Besatzung Rettungsmittel		Gesamt
			Assistenzarzt	Facharzt	
NRS Reduktion	0	Anzahl	0	14	14
		% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	0,0%	3,3%	2,7%
1	Anzahl	6	24	30	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	6,1%	5,7%	5,8%	
2	Anzahl	11	60	71	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	11,2%	14,3%	13,7%	
3	Anzahl	20	57	77	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	20,4%	13,6%	14,9%	
4	Anzahl	16	78	94	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	16,3%	18,6%	18,1%	
5	Anzahl	19	75	94	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	19,4%	17,9%	18,1%	
6	Anzahl	12	53	65	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	12,2%	12,6%	12,5%	
7	Anzahl	7	28	35	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	7,1%	6,7%	6,8%	
8	Anzahl	6	19	25	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	6,1%	4,5%	4,8%	
9	Anzahl	1	10	11	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	1,0%	2,4%	2,1%	
10	Anzahl	0	2	2	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	0,0%	0,5%	0,4%	
Gesamt	Anzahl	98	420	518	
	% innerhalb von Besatzung Rettungsmittel	100,0%	100,0%	100,0%	

Zusammenfassend ist zu erwähnen, dass für die Reduktion der Schmerzintensität der Median bei den Assistenzärzten stets kleiner oder gleich dem Wert der Fachärzte ist. Des Weiteren ist positiv anzumerken, dass die Assistenzärzte sowie die Fachärzte, bei allen Diagnosegruppen dieser Studie, mit ihrer analgetischen Therapie im Median die für diese Studie festgelegte Grenze für Effektivität, eine Schmerzreduktion um mindestens 3 Punkte auf der NRS, erreichen.

Die Größe der Stichproben ist bei allen Diagnosen stark ungleich verteilt. Die Anzahl der ausgewerteten Einsatzprotokolle liegt für die Assistenzärzte in der Behandlung von Patienten mit akutem Abdomen, Rückenschmerzen ohne Trauma (sowie sonstigen Diagnosen) jeweils sogar unter einer Stückzahl von 20.

4.2. Geschlecht Notarzt

Neben der Qualifikation des Notarztes ist das Geschlecht ein weiterer potentieller Einflussfaktor auf die Effektivität der Schmerztherapie. Die hierfür ausgewerteten 518 Protokolle können in 397 Behandlungen von männlichen Notärzten (76,6 %) und 121 Behandlungen von weiblichen Notärzten (23,4 %), eingruppiert werden. Die vorliegende Arbeit untersucht die analgetische Therapie von 13 Notärztinnen und 39 Notärzten. Unterteilt man das Geschlecht nach Rettungsmitteln, besetzen 27 Männer (75 %) und 9 Frauen (25 %) das Notarzteinsatzfahrzeug, 17 Männer (80,9 %) und 4 Frauen (19,1 %) bilden den Notarztpool des Rettungshubschraubers. 5 männliche Notärzte sind demnach im Auswertungszeitraum auf beiden Rettungsmitteln tätig gewesen.

Im Überblick der Einsätze nach Diagnosen fällt ebenfalls eine ungleichmäßige Verteilung auf (Tabelle 13). Zum einen in Hinblick auf die Diagnosen, zum anderen aber auch in der Verteilung des Geschlechts des Notarztes. In allen Rubriken sind die weiblichen Notärzte in der Anzahl der Behandlungen unterrepräsentiert.

Tabelle 13: Kreuztabelle für das Geschlecht des Notarztes und alle Diagnosen

			Geschlecht Notarzt		Gesamt
			Notarzt	Notärztin	
Diagnose	Trauma	Anzahl	221	56	277
		% innerhalb von Diagnose	79,8%	20,2%	100,0%
	Akutes Koronarsyndrom	Anzahl	90	38	128
		% innerhalb von Diagnose	70,3%	29,7%	100,0%
	Akutes Abdomen	Anzahl	35	13	48
		% innerhalb von Diagnose	72,9%	27,1%	100,0%
	Rückenschmerzen ohne Trauma	Anzahl	32	7	39
		% innerhalb von Diagnose	82,1%	17,9%	100,0%
	Sonstige Diagnose	Anzahl	19	7	26
		% innerhalb von Diagnose	73,1%	26,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	397	121	518
		% innerhalb von Diagnose	76,6%	23,4%	100,0%

Tabelle 14: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts) für alle Diagnosen

N	Gültig	401	N	Gültig	127
	Fehlend	0		Fehlend	0
Mittelwert		4,10	Mittelwert		4,61
Median		4,00	Median		5,00
Standardabweichung		2,013	Standardabweichung		2,327
Varianz		4,054	Varianz		5,413
Minimum		0	Minimum		0
Maximum		10	Maximum		10
Perzentile	25	3,00	Perzentile	25	3,00
	50	4,00		50	5,00
	75	5,00		75	6,00

Tabelle 15: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte für alle Diagnosen

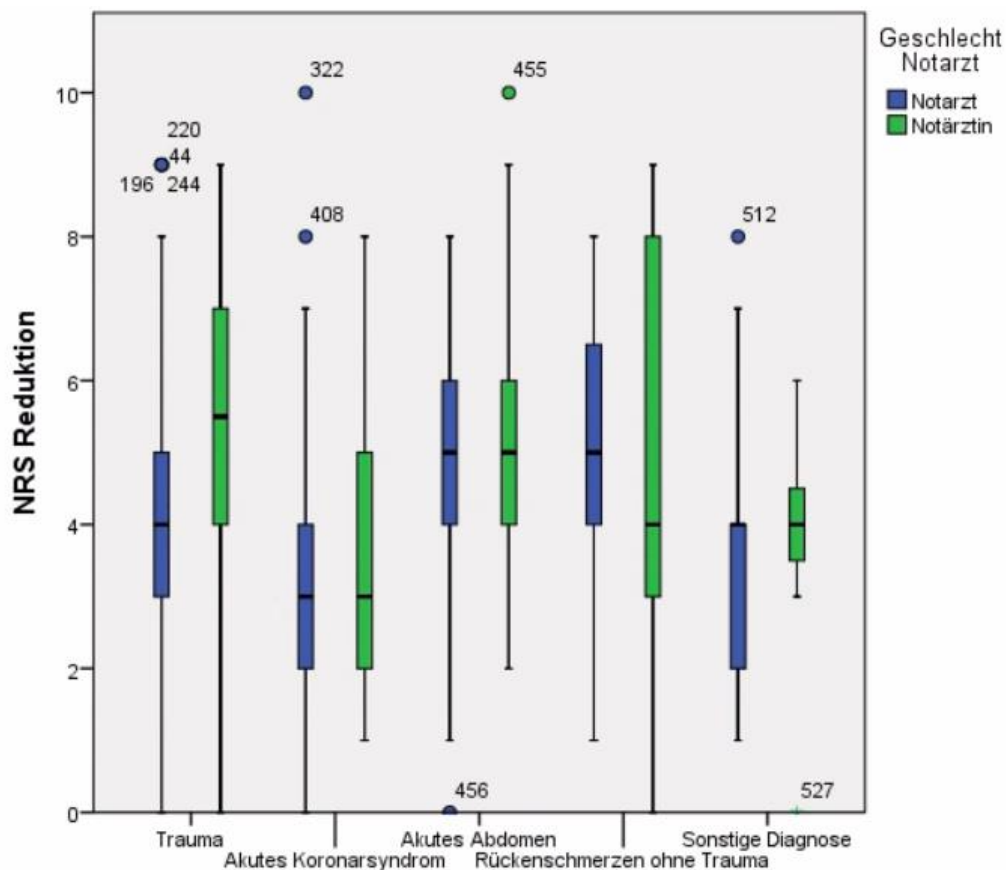
	NRS Reduktion
Mann-Whitney-U	20169,000
Wilcoxon-W	99172,000
Z	-2,698
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,007

a. Gruppenvariable: Geschlecht Notarzt

Männliche Notärzte reduzieren die Schmerzintensität im Median um 4 (3, 5) Punkte auf der NRS, während die weiblichen Kollegen eine Reduktion von 5 (3, 6) Punkten erreichen (Tabelle 14). Der Unterschied ist mit $p = 0,007$ statistisch relevant (Tabelle 15).

Im Rahmen der Traumabehandlung erzielen die Notärztinnen mit einer Verbesserung des Schmerzniveaus um mediane 5 (3, 7) Punkte auf der NRS, die für sie größte Verbesserung des Schmerzniveaus (Tabelle 16). Die männlichen Notärzte erreichen bei dem Diagnosekomplex akutes Abdomen bzw. nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen mit einer Reduktion des Schmerzlevels um ebenfalls 5 (4, 6) bzw. 5 (4, 7) Punkte auf der NRS, ihre besten Ergebnisse. Die geringste Verbesserung zeigen beide Gruppen in der Therapie des akuten Koronarsyndroms. Hier kann der Grad der Schmerzen lediglich um im Median 3 Punkte auf der NRS verringert werden (Abbildung 11).

Abbildung 11: Boxplots zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen und weiblichen Notärzten für jede Diagnose



Betrachtet man die traumatischen Einsätze näher, erkennt man eine statistisch relevante höhere Reduktion des Schmerzniveaus durch die analgetische Therapie von weiblichen Notärzten ($p = 0,002$; Tabelle 17). Mit einem Median von 5 (3, 7) Punkten erzielen die weiblichen Notärztinnen in der Verbesserung des Schmerzniveaus einen Punkt mehr auf der NRS als ihre männlichen Kollegen mit 4 (3, 5) Punkten (Tabelle 16). In der Einstufung des initialen Schmerzniveaus liegen die männlichen Notärzte im Median bei 6 (5, 8) Punkten auf der NRS, die weiblichen Notärztinnen bei 8 (6, 9) Punkten. Nach Ankunft im Krankenhaus liegt das Level beider Notarzt-Gruppen gleichermaßen bei 2 (1, 3) Punkten auf der NRS.

Die Notärzte applizieren, unabhängig von ihrem Geschlecht, am häufigsten Fentanyl zur Analgesie bei Trauma. Auch in der Dosierung gibt es lediglich in der Verteilung Unterschiede. Männliche Notärzte verwenden im Median 0,2 (0,1, 0,25) mg, weibliche Notärztinnen 0,2 (0,1, 0,3) mg des Opioids.

Tabelle 16: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts) in der Traumatherapie

N	Gültig	223	N	Gültig	59
	Fehlend	0		Fehlend	0
Mittelwert		4,18	Mittelwert		5,17
Median		4,00	Median		5,00
Standardabweichung		2,031	Standardabweichung		2,283
Varianz		4,124	Varianz		5,212
Minimum		0	Minimum		0
Maximum		9	Maximum		9
Perzentile	25	3,00	Perzentile	25	3,00
	50	4,00		50	5,00
	75	5,00		75	7,00

Tabelle 17: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte in der Traumatherapie

	NRS-Reduktion
Mann-Whitney-U	4875,500
Wilcoxon-W	29851,500
Z	-3,090
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002

a. Gruppenvariable: Notarzt männlich

Das Resultat der Schmerztherapie in der Traumabehandlung wird in Tabelle 18 dargestellt. 90,1 % der von männlichen und 83 % der von weiblichen Notärzten therapierten Patienten geben bei der Ankunft im Krankenhaus einen Wert > 3 Punkten auf der NRS an.

Betrachtet man die abschließende Einstufung des Schmerzlevels von Patienten mit der Diagnose Trauma in der Flugrettung, so ist das Schmerzniveau bei 91,4 % der männlichen Notärzte und sogar 93,2 % der weiblichen Notärzte, bei Ankunft im Krankenhaus < 4 Punkten auf der NRS (Tabelle 19). In der Reduktion des Schmerzniveaus erreichen die Notärzte für die Flugrettung im Median eine Verbesserung um 4 (2, 5) Punkte auf der NRS. Die Notärztinnen erzielen eine Reduktion von 6 (4, 7) Punkten auf der NRS. Der Unterschied hat statistische Relevanz ($p < 0,001$).

Tabelle 18: Kreuztabelle zur Darstellung des finalen Schmerzlevels bei Ankunft im Krankenhaus für männliche und weibliche Notärzte in der Traumatherapie

			Geschlecht Notarzt		Gesamt
			Notarzt	Notärztin	
NRS nach Therapie	0	Anzahl	23	7	30
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	10,3%	11,9%	10,6%
	1	Anzahl	63	11	74
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	28,3%	18,6%	26,2%
	2	Anzahl	65	14	79
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	29,1%	23,7%	28,0%
	3	Anzahl	50	17	67
% innerhalb von Geschlecht Notarzt		22,4%	28,8%	23,8%	
4	Anzahl	19	8	27	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	8,5%	13,6%	9,6%	
5	Anzahl	2	1	3	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	0,9%	1,7%	1,1%	
6	Anzahl	1	1	2	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	0,4%	1,7%	0,7%	
Gesamt	Anzahl	223	59	282	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabelle 19: Kreuztabelle zur Darstellung des finalen Schmerzlevels bei Ankunft im Krankenhaus für männliche und weibliche Notärzte in der Traumatherapie der Flugrettung

			Geschlecht Notarzt		Gesamt
			Notarzt	Notärztin	
NRS nach Therapie	0	Anzahl	21	4	25
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	12,1%	13,3%	12,3%
	1	Anzahl	51	7	58
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	29,3%	23,3%	28,4%
	2	Anzahl	52	10	62
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	29,9%	33,3%	30,4%
	3	Anzahl	35	7	42
% innerhalb von Geschlecht Notarzt		20,1%	23,3%	20,6%	
4	Anzahl	14	1	15	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	8,0%	3,3%	7,4%	
6	Anzahl	1	1	2	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	0,6%	3,3%	1,0%	
Gesamt	Anzahl	174	30	204	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	100,0%	100,0%	100,0%	

In der Behandlung des akuten Koronarsyndroms erzielen männliche und weibliche Notärzte, mit einer Reduktion des Schmerzniveaus von im Median 3 (2, 4) bzw. 3 (2, 5,25) Punkten auf der NRS, ein ähnliches Ergebnis (Tabelle 20). Die Applikation von Aspirin dient zwar primär der Hemmung der Thrombozytenaggregation, allerdings weist es auch einen analgetischen Effekt auf. Bei den männlichen Notärzten zeigt sich ein statistisch relevanter Vorteil für eine Kombination mit Aspirin ($p = 0,022$). Die Kombinationstherapie erzielt hier eine Reduktion von im Median 4 Punkten auf der NRS, die Monotherapie mit Morphin im Median auf 2 Punkte. Männliche Notärzte wählen, bei einer Kombinationstherapie mit Aspirin, die Dosis an Morphin mit medianen 5 mg höher als bei einer Monotherapie mit im Median 4 mg. Die weiblichen Notärzte erzielen in der Analgesie mit Morphin, unabhängig von einer additiven Gabe mit Aspirin, eine Reduktion von medianen 3 Punkten auf der NRS.

Tabelle 20: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie des ACSs von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts)

N	Gültig	90
	Fehlend	0
Mittelwert		3,34
Median		3,00
Standardabweichung		1,781
Varianz		3,172
Minimum		0
Maximum		10
Perzentile	25	2,00
	50	3,00
	75	4,00

N	Gültig	38
	Fehlend	0
Mittelwert		3,84
Median		3,00
Standardabweichung		1,994
Varianz		3,974
Minimum		1
Maximum		8
Perzentile	25	2,00
	50	3,00
	75	5,25

Die analgetische Therapie von Patienten mit einem akuten Abdomen fällt bei den männlichen Notärzten, mit medianen 5 (4, 6) Punkten auf der NRS, um 0,5 Punkte höher aus als bei den weiblichen Notärzten mit 4,5 (2,25, 6) Punkten (Tabelle 21). Der Mann-Whitney-Test zeigt jedoch, dass der Unterschied statistisch keine Relevanz hat ($p = 0,475$; Tabelle 22).

Tabelle 21: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie des akuten Abdomens von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärzten (rechts)

N	Gültig	36
	Fehlend	0
Mittelwert		4,89
Median		5,00
Standardabweichung		1,939
Varianz		3,759
Minimum		0
Maximum		9
Perzentile	25	4,00
	50	5,00
	75	6,00

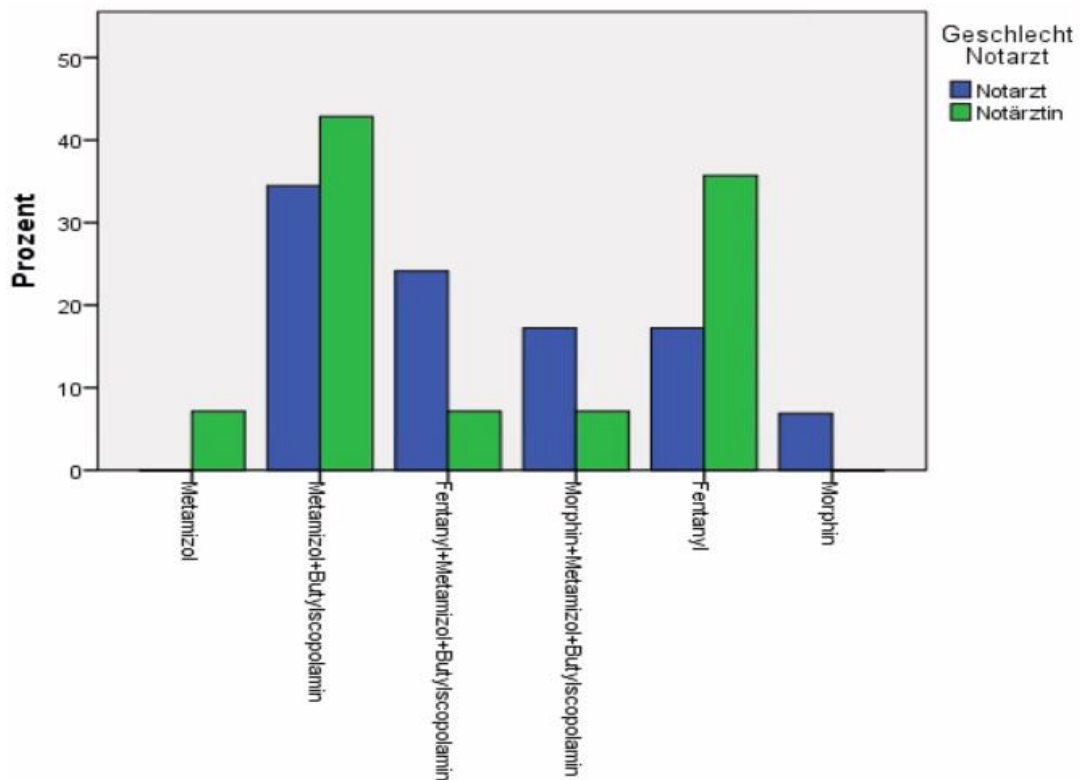
N	Gültig	16
	Fehlend	0
Mittelwert		4,63
Median		4,50
Standardabweichung		2,527
Varianz		6,383
Minimum		1
Maximum		10
Perzentile	25	2,25
	50	4,50
	75	6,00

Tabelle 22: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte bei akutem Abdomen

	NRS Reduktion
Mann-Whitney-U	252,500
Wilcoxon-W	388,500
Z	-,714
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,475

a. Gruppenvariable: Geschlecht Notarzt

Abbildung 12: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika für männliche und weibliche Notärzte in der Therapie von akutem Abdomen



Beide Geschlechter nutzen zur Schmerztherapie bei akutem Abdomen am häufigsten die Kombination von Metamizol und Butylscopolamin (Abbildung 12). Die männlichen Notärzte greifen hiernach vorzugsweise zu einer Erweiterung dieser Kombinationstherapie um Fentanyl, gefolgt von singularär Fentanyl oder einer Kombination von Morphin, Metamizol und Butylscopolamin. Im Gegensatz dazu verwenden die weiblichen Notärzte nach Metamizol und Butylscopolamin bevorzugt Fentanyl. Der Gebrauch von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin, Morphin, Metamizol und Butylscopolamin sowie singularär Metamizol erfolgt gleich häufig. Die Auswirkung auf die NRS-Reduktion der hier angewendeten Medikamente wurde in Kapitel 4.1. vorgestellt.

Die männlichen Notärzte erzielen in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen die höhere Schmerzreduktion. Mit im Median 5 (4, 7) Punkten auf der NRS liegen sie 1 Punkt vor den weiblichen Notärztinnen mit 4 (3, 8) Punkten (Tabelle 23). Der Unterschied ist statistisch nicht relevant (Tabelle 24).

Die analgetische Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen wird bei den männlichen Notärzten mit 69,7 % (23 Patienten) am häufigsten mit Fentanyl durchgeführt (Abbildung 13). Metamizol wenden sie bei 12,1 % (4 Patienten) der Patienten an, während Morphin, Paracetamol sowie eine Kombinationstherapie aus Esketamin und Midazolam mit 6,1 % (2 Patienten) eher selten Anwendung findet. Die weiblichen Notärztinnen bevorzugen mit 85,7 % (6 Patienten) ebenfalls eine Analgesie mit Fentanyl oder greifen in 14,3 % der Fälle (1 Patient) auf Metamizol zurück.

Tabelle 23: Deskriptive Statistik der absoluten Reduktion des Schmerzlevels in der analgetischen Therapie von männlichen Notärzten (links) und weiblichen Notärztinnen (rechts) bei Rückenschmerzen ohne Trauma

N	Gültig	33
	Fehlend	0
Mittelwert		5,06
Median		5,00
Standardabweichung		1,886
Varianz		3,559
Minimum		1
Maximum		8
Perzentile	25	4,00
	50	5,00
	75	7,00

N	Gültig	7
	Fehlend	0
Mittelwert		5,00
Median		4,00
Standardabweichung		3,367
Varianz		11,333
Minimum		0
Maximum		9
Perzentile	25	3,00
	50	4,00
	75	8,00

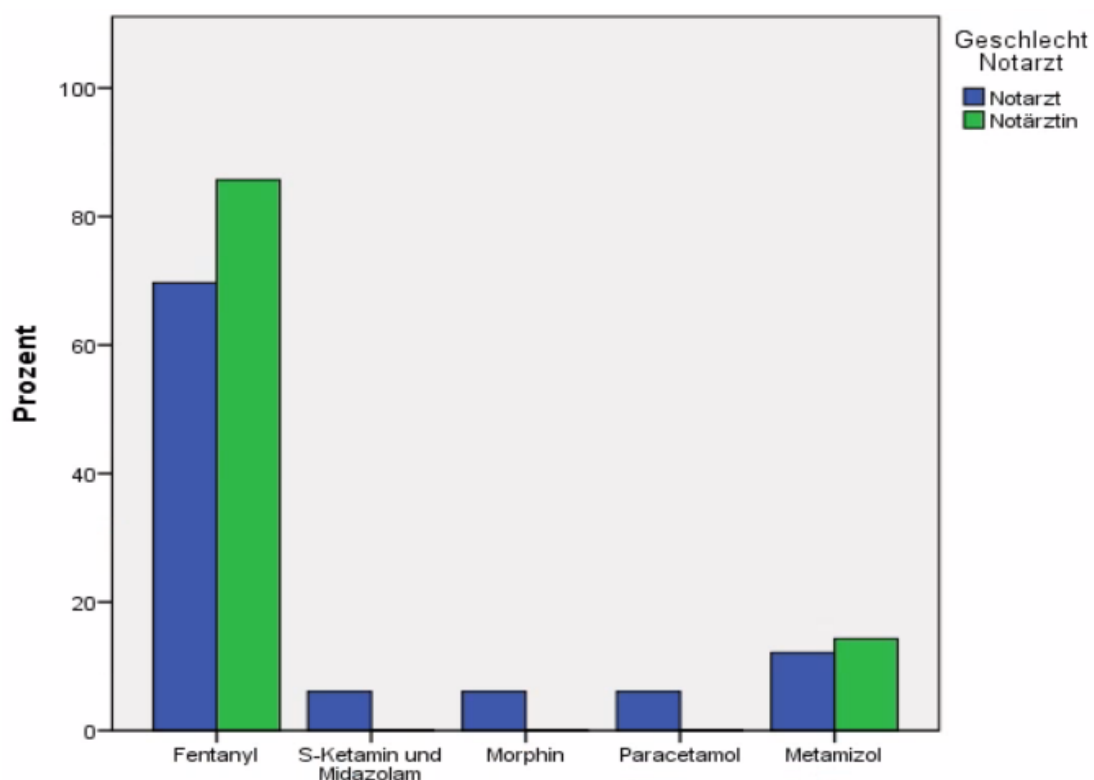
Tabelle 24: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable männliche bzw. weibliche Notärzte bei Rückenschmerzen ohne Trauma

	NRS Reduktion
Mann-Whitney-U	115,500
Wilcoxon-W	143,500
Z	,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	1,000
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	1,000 ^b

a. Gruppenvariable: Geschlecht Notarzt

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Abbildung 13: Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung der applizierten Analgetika für männliche und weibliche Notärzte in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen



In der geschlechtsbezogenen Verteilung geben 88,4 % der von männlichen Notärzten und 96,8 % der von weiblichen Notärzten behandelten Patienten ein initiales Schmerzlevel von ≥ 4 Punkten auf der NRS an (Tabelle 25). Durch die analgetische Therapie verringert sich die Intensität der Schmerzen bei 87 % der Patienten von Notärzten und 81,9 % der Patienten von Notärztinnen auf einen Wert < 4 Punkten auf der NRS (Tabelle 26). Eine Reduktion des Schmerzniveaus von ≥ 3 Punkten auf der NRS wird bei 76,4 % der Patienten mit männlichen und bei 78,8 % mit weiblichen Therapeuten erreicht (Tabelle 27). Eine Verminderung der Schmerzen um ≥ 2 Punkte erzielen 90,1 % der Notärzte und 94,5 % der Notärztinnen.

Tabelle 25: Kreuztabelle zur Einstufung des Schmerzlevels vor der Schmerztherapie aufgeteilt nach dem Geschlecht des Notarztes und gesamt

			Geschlecht Notarzt		Gesamt
			Notarzt	Notärztin	
NRS vor Therapie	1	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	9 2,2%	0 0,0%	9 1,7%
	2	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	15 3,7%	1 0,8%	16 3,0%
	3	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	23 5,7%	3 2,4%	26 4,9%
	4	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	39 9,7%	11 8,7%	50 9,5%
	5	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	66 16,5%	19 15,0%	85 16,1%
	6	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	68 17,0%	13 10,2%	81 15,3%
	7	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	62 15,5%	19 15,0%	81 15,3%
	8	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	66 16,5%	32 25,2%	98 18,6%
	9	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	24 6,0%	16 12,6%	40 7,6%
	10	Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	29 7,2%	13 10,2%	42 8,0%
Gesamt		Anzahl % innerhalb von Geschlecht Notarzt	401 100,0%	127 100,0%	528 100,0%

Tabelle 26: Kreuztabelle zur Einstufung des Schmerzlevels nach erfolgter Schmerztherapie aufgeteilt nach dem Geschlecht des Notarztes und gesamt

			Geschlecht Notarzt		Gesamt
			Notarzt	Notärztin	
NRS nach Therapie	0	Anzahl	44	15	59
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	11,0%	11,8%	11,2%
	1	Anzahl	100	21	121
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	24,9%	16,5%	22,9%
	2	Anzahl	115	35	150
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	28,7%	27,6%	28,4%
	3	Anzahl	90	33	123
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	22,4%	26,0%	23,3%
	4	Anzahl	39	11	50
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	9,7%	8,7%	9,5%
5	Anzahl	8	5	13	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	2,0%	3,9%	2,5%	
6	Anzahl	5	3	8	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	1,2%	2,4%	1,5%	
7	Anzahl	0	4	4	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	0,0%	3,1%	0,8%	
Gesamt	Anzahl	401	127	528	
	% innerhalb von Geschlecht Notarzt	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabelle 27: Kreuztabelle zur Reduktion des Schmerzlevels von vor zu nach erfolgter Schmerztherapie aufgeteilt nach dem Geschlecht des Notarztes und gesamt

			Geschlecht Notarzt		Gesamt
			Notarzt	Notärztin	
NRS Reduktion	0	Anzahl	11	4	15
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	2,7%	3,1%	2,8%
	1	Anzahl	29	3	32
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	7,2%	2,4%	6,1%
	2	Anzahl	55	20	75
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	13,7%	15,7%	14,2%
	3	Anzahl	57	21	78
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	14,2%	16,5%	14,8%
	4	Anzahl	80	14	94
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	20,0%	11,0%	17,8%
	5	Anzahl	76	18	94
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	19,0%	14,2%	17,8%
	6	Anzahl	44	21	65
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	11,0%	16,5%	12,3%
	7	Anzahl	27	9	36
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	6,7%	7,1%	6,8%
	8	Anzahl	16	9	25
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	4,0%	7,1%	4,7%
	9	Anzahl	5	7	12
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	1,2%	5,5%	2,3%
	10	Anzahl	1	1	2
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	0,2%	0,8%	0,4%
Gesamt		Anzahl	401	127	528
		% innerhalb von Geschlecht Notarzt	100,0%	100,0%	100,0%

4.3. Kombinationstherapie von Opioid- und Nicht-Opioid-Analgetika

Von den 528 ausgewerteten Datensätzen wird in 461 Fällen mindestens ein Opioid verabreicht (87,3 %). Hiervon erhalten 319 Patienten nur das Opioid (69,2 %), 142 Patienten wird zur Analgesie eine Kombination aus Opioid und Nicht-Opioid appliziert (30,8 %). Betrachtet man die Verbesserung des Schmerzniveaus im Ganzen, zeigt sich kein statistisch relevanter Unterschied zwischen einer Behandlung mit einem Opioid und einer Kombinationstherapie von Opioid und Nicht-Opioid ($p = 0,985$; Tabelle 28).

Tabelle 28: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Kombinationstherapie bzw. die Monotherapie

	NRS-Reduktion
Mann-Whitney-U	22624,000
Wilcoxon-W	73664,000
Z	-,019
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,985

a. → Gruppenvariable: Opioid und Nicht-Opioid

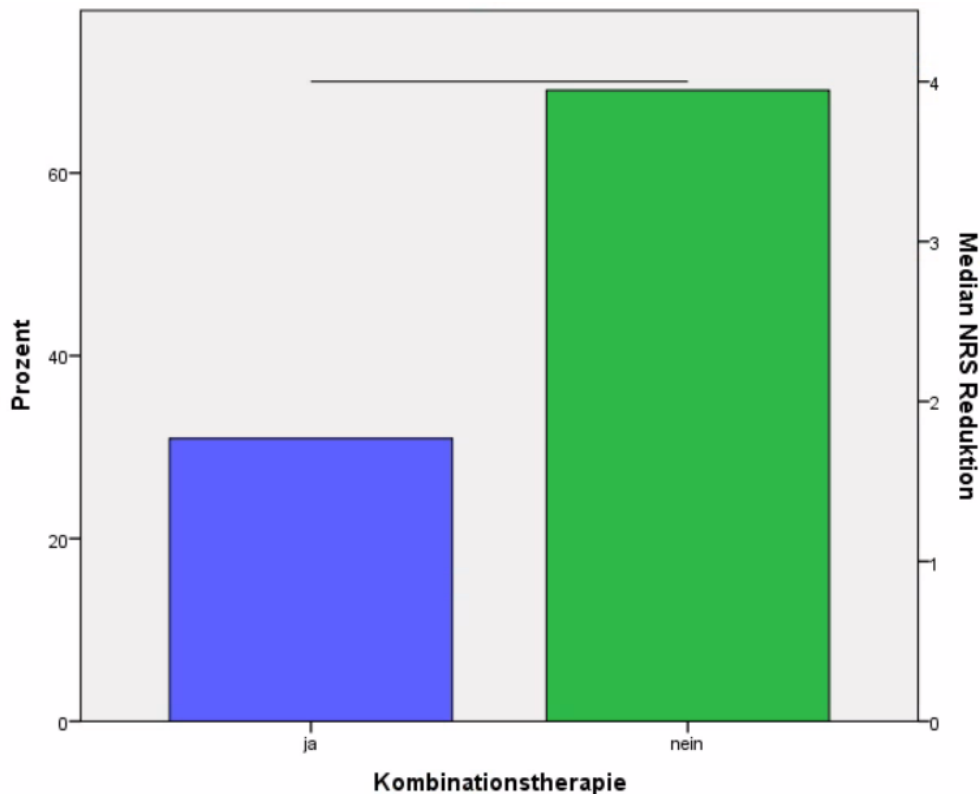
Insgesamt entscheiden sich die Notärzte mit 62,9 % deutlich häufiger für eine Monotherapie. In der Verminderung der Schmerzintensität auf der NRS zeigt sich jedoch kein Unterschied. In beiden Fällen wird eine Reduktion der Schmerzen um einen Median von 4 Punkten auf der NRS erreicht (Abbildung 14).

Die weitere Analyse der einzelnen Diagnosen zeigt, dass die Präferenzen variieren. Wählen die Notärzte bei akutem Abdomen vermehrt eine Kombination von Opioid und Nicht-Opioid, wird bei Trauma und Rückenschmerzen ohne Trauma eher zu einer Monotherapie mit einem Opioid gegriffen (Tabelle 29). In der Therapie des akuten Koronarsyndroms wird hauptsächlich die Kombination von Morphin und Aspirin verabreicht.

Tabelle 29: Absolute Häufigkeiten für die Kombinationstherapie und Monotherapie nach Diagnosen

Diagnose	Kombinationstherapie		Gesamt
	ja	nein	
Trauma	32	221	253
Akutes Koronarsyndrom	87	38	125
Akutes Abdomen	18	12	30
Rückenschmerzen ohne Trauma	4	28	32
Sonstige Diagnose	1	20	21
Gesamt	142	319	461

Abbildung 14: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die Kombinationstherapie und die Monotherapie für alle Diagnosen

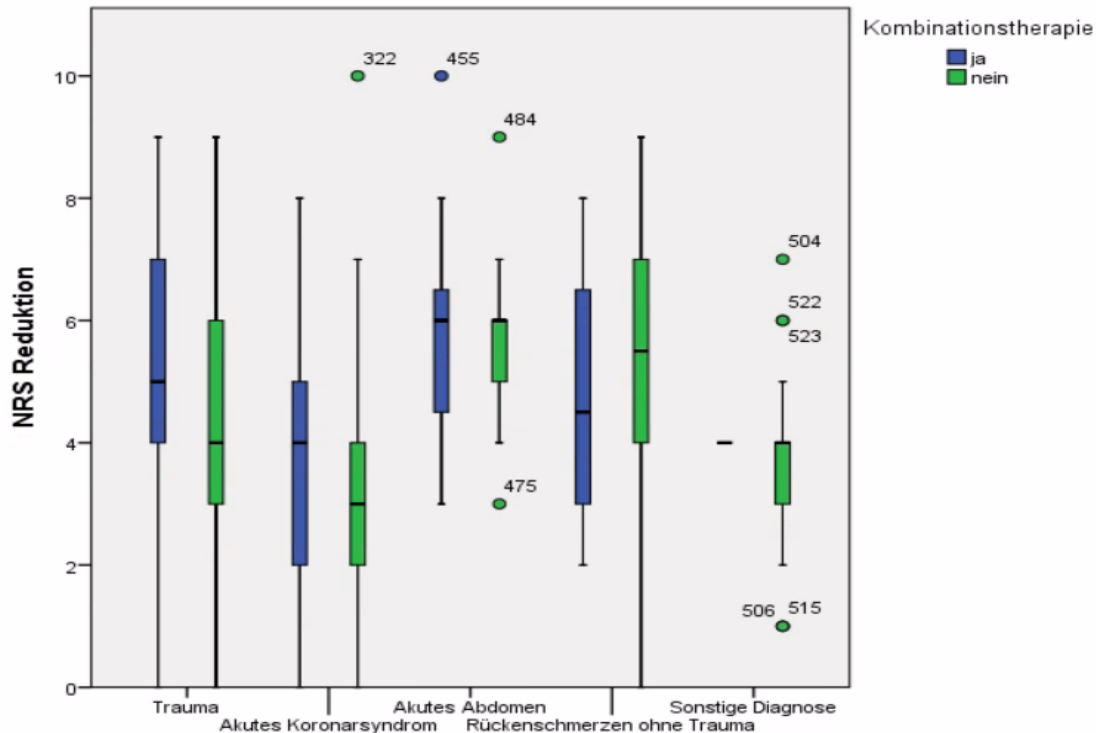


Die bevorzugte Anwendung geht nicht immer mit der größten Reduktion auf den NRS einher. In der Traumatherapie wird mit 87,3 % bevorzugt nur mit einem Opioid behandelt, obwohl die kombinierte Gabe von Opioid und Nicht-Opioid die höhere NRS-Reduktion erzielt (Abbildung 15). Für die Behandlung des akuten Abdomens wird die Kombinationstherapie eines Opioids mit 60 % am häufigsten verwendet. Im Resultat erzielt die Applikation des Opioids alleine oder in Kombination mit einem Nicht-Opioid das gleiche Ergebnis. Betrachtet man die analgetische Therapie des akuten Koronarsyndroms, erreicht die Verwendung einer Kombinationstherapie die größte Verbesserung des Schmerzniveaus. Sie ist mit 69,6 % auch die bevorzugte Analgesie der Notärzte. Die kombinierte Gabe von Morphin und Aspirin resultiert in einer NRS-Reduktion von 3,5 (2, 5) Punkten, während die Monotherapie des Opioids nur eine Verbesserung von 3 (2, 3,5) Punkten erzielt. Der Unterschied ist mit $p = 0,013$ statistisch relevant.

Ähnlich ist es in der Analgesie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen. Hier wird mit 87,5 % bevorzugt zu einer Monotherapie mit Fentanyl gegriffen, die im

Resultat auch die größte Reduktion auf den NRS bewirkt. Da die Fallzahl der anderen Analgetika im Vergleich zu Fentanyl sehr klein ist, ist die Aussagekraft hier gering.

Abbildung 15: Boxplots zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels einer Kombinationstherapie im Vergleich zu einer Monotherapie nach Diagnosen



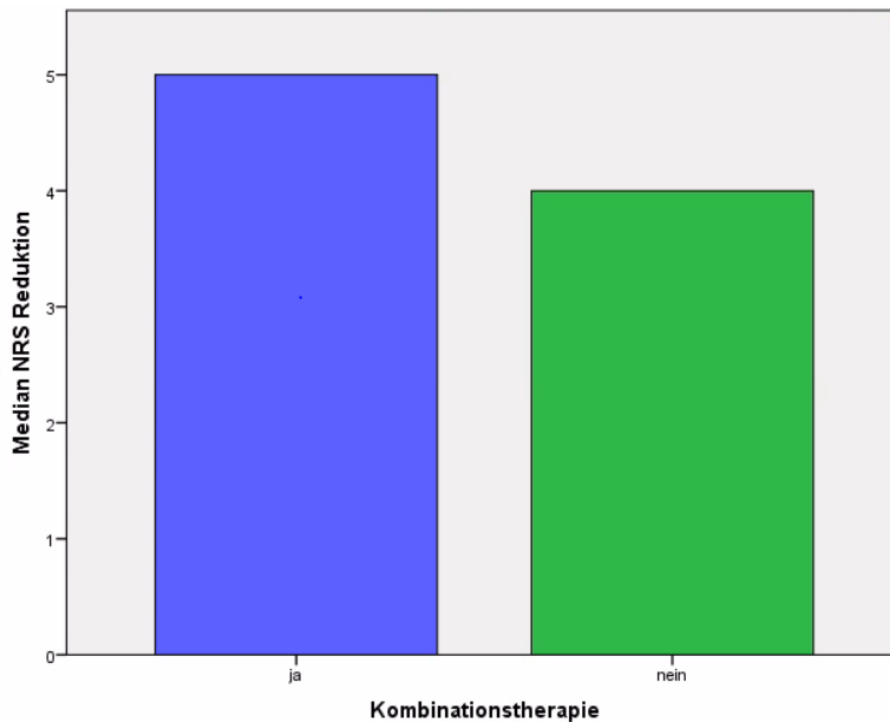
In der Traumabehandlung hat die Kombinationstherapie von Opioid und Nicht-Opioid einen statistisch relevanten Vorteil für den Patienten ($p = 0,049$, Tabelle 30). Ohne ein Nicht-Opioid liegt der Median bei 4 (3, 6) Punkten auf der NRS. Mit einer Kombinationstherapie kann sogar eine Reduktion des Schmerzniveaus um 5 (4, 7) Punkte erzielt werden (Abbildung 16).

Tabelle 30: Mann-Whitney-Test für die NRS-Reduktion mit der Gruppenvariable Kombinationstherapie bzw. Monotherapie bei Trauma

	NRS Reduktion
Mann-Whitney-U	2784,500
Wilcoxon-W	27315,500
Z	-1,965
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,049

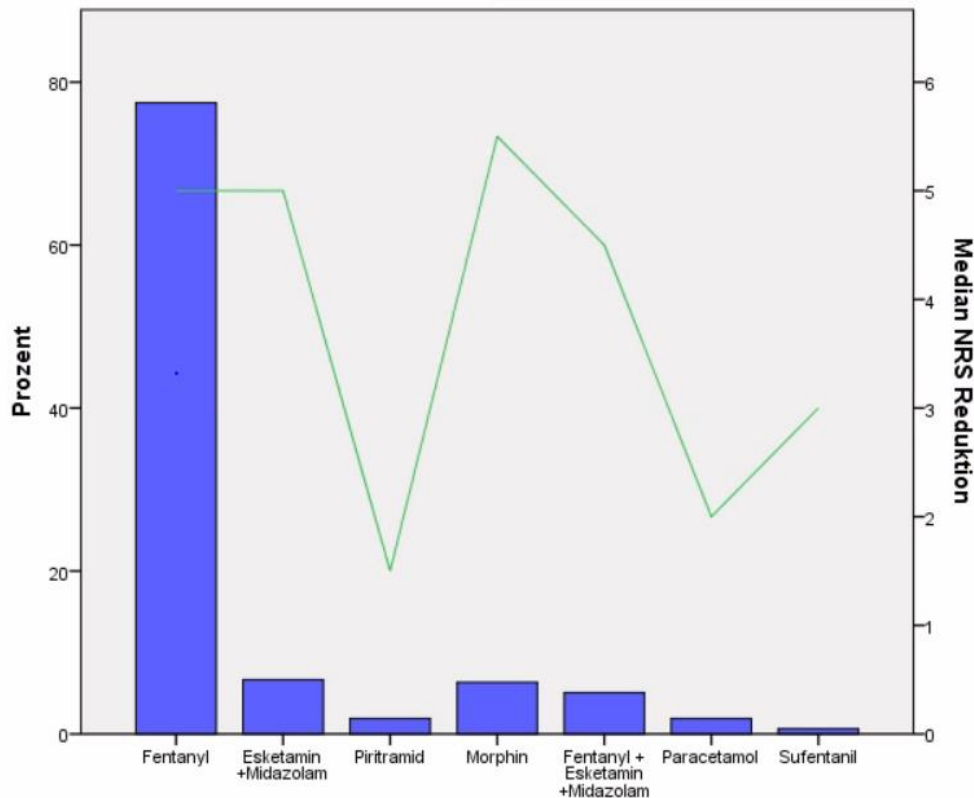
a. Gruppenvariable: Kombinationstherapie

Abbildung 16: Balkendiagramm zur Darstellung der Reduktion des Schmerzlevels für die Monotherapie mit Fentanyl und die Kombinationstherapie mit Fentanyl und einem Nicht-Opioid in der Traumatherapie



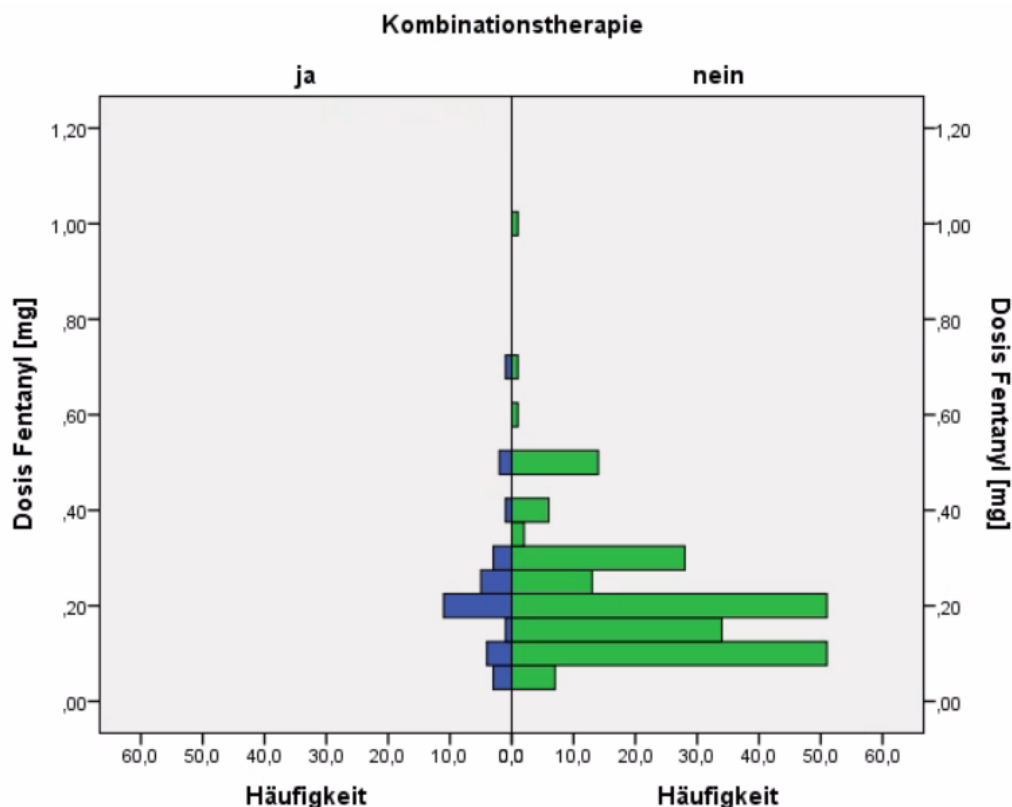
Im Rahmen der Traumatherapie wird die Monotherapie mit einem Opioid zu 87,3 % der Kombinationstherapie vorgezogen. Die Monotherapie mit Morphin erzielt die größte Schmerzreduktion mit medianen 5,5 Punkte auf der NRS. Dahinter kommt, mit einer Verbesserung um im Median 5 Punkte, die analgetische Therapie mit Fentanyl, sowie die opioidlose Verbindung von Esketamin und Midazolam. Es folgt die Kombinationstherapie von Fentanyl, Esketamin und Midazolam mit medianen 4,5 Punkten. Piritramid, Sufentanil und Paracetamol erreichen im direkten Vergleich die geringste Verbesserung der Analgesie (Abbildung 17). Die Notärzte greifen in der Schmerztherapie traumatischer Einsätze am häufigsten zu Fentanyl (79,5 %), gefolgt von Morphin (7,6 %) und einer Kombinationstherapie von Fentanyl, Esketamin und Midazolam (6,1 %). In der Reduktion des Schmerzniveaus ist die Monotherapie mit Fentanyl jedoch weniger effektiv als die Analgesie mit Morphin.

Abbildung 17: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Häufigkeit und der Reduktion des Schmerzlevels für die applizierten Medikamente in der Traumatherapie



In dieser Studie ist Fentanyl das am häufigsten angewendete Analgetikum in der Traumatherapie. Es wird in 86,7 % der Fälle als Monoanalgetikum und in 13,3 % in Kombination mit einem Nicht-Opioid appliziert. Die Verabreichung solitär oder als Kombinationstherapie hat keinen Einfluss auf die Dosis. Diese liegt in beiden Gruppen im Median bei 0,2 mg. Mit einer Reduktion des Schmerzlevels um mediane 5 Punkte auf der NRS kann kein Unterschied zwischen der kombinierten Gabe von Opioid und Nicht-Opioid und einer singulären Applikation des Opioids verzeichnet werden. Abbildung 17 zeigt, dass eine Monotherapie Fentanyl in der Traumatherapie deutlich häufiger gewählt wird als eine Kombinationstherapie von Fentanyl und einem Nicht-Opioid. Die Verteilung der Dosierungen an Fentanyl stellt sich, trotz eines einheitlichen Ergebnisses, in beiden Gruppen unterschiedlich dar (Abbildung 18). Die Mehrheit der Anwender liegt im Bereich der medianen Dosierung um 0,2 mg. Es gibt allerdings auch einige Ausreißer, die in der Gruppe Monotherapie besonders stark vertreten sind.

Abbildung 18: Gruppiertes Histogramm zur Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Dosierung von Fentanyl [mg] für die Kombinationstherapie links und die Monotherapie rechts in der Traumatherapie



Eine analgetische Therapie mit Paracetamol kann in dieser Studie nur für 6 Fälle verzeichnet werden. Die Schmerztherapie erreicht hier eine Verbesserung der NRS im Median um 2 Punkte (Abbildung 17), von initial im Median 5 (5, 6,25) Punkten auf mediane 3 (2,75, 4) Punkte. Von den im Rahmen der Traumatherapie behandelten Patienten geben 83,4 % ein Schmerzniveau unter 6 Punkten auf der NRS an.

Abbildung 19 zeigt, dass 69,6 % der Notärzte in der Therapie des akuten Koronarsyndroms die Kombination von Morphin und Aspirin bevorzugen, während 30,4 % der Notärzte auf eine additive Gabe von Aspirin auch dann verzichten, wenn es nicht Teil der Dauermedikation ist. 66,7 % der Assistenzärzte wenden Morphin kombiniert mit Aspirin an. Bei den Fachärzten sind es 71 %. Auf das Geschlecht bezogen verwenden 69 % der männlichen Notärzte und 72,2 % der weiblichen Notärzte eine Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin.

Vergleicht man den analgetischen Effekt, besteht mit einer Verbesserung des Schmerzniveaus um im Median 4 (2, 5) Punkte auf der NRS, für die Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin, ein statistisch relevanter Vorteil

($p = 0,013$, Tabelle 31) gegenüber der Monotherapie mit Morphin, die nur eine Schmerzreduktion im Median von 3 (2, 4) Punkten auf der NRS erreicht.

Abbildung 19: Doppelttes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin und die Monotherapie von Morphin

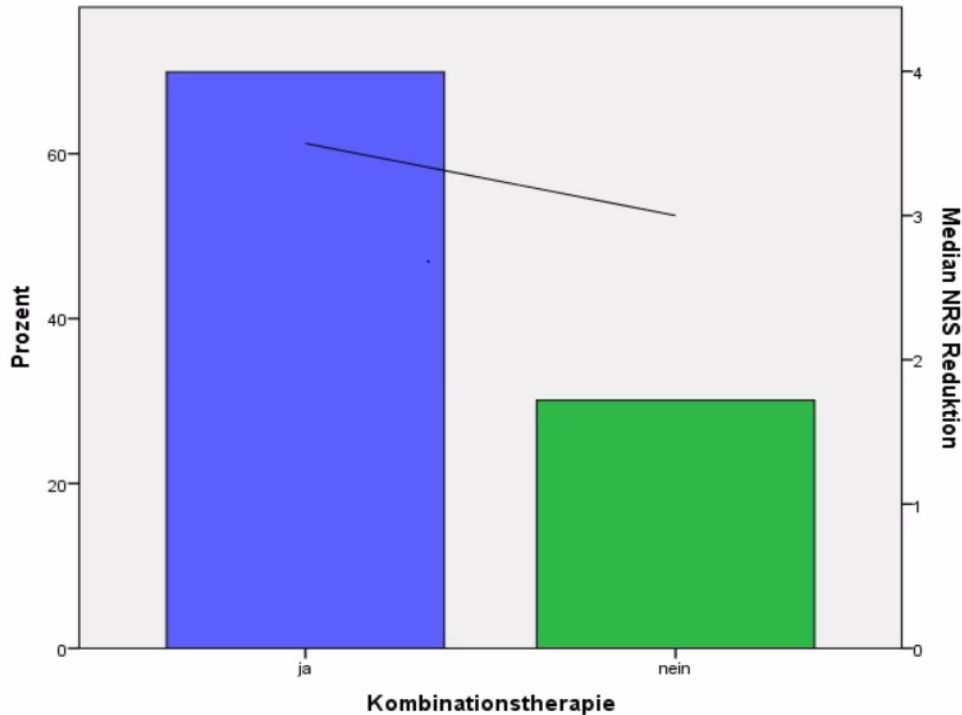


Tabelle 31: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Monotherapie mit Morphin bzw. Kombination mit Aspirin bei ACS

	NRS-Reduktion
Mann-Whitney-U	1147,500
Wilcoxon-W	1850,500
Z	-2,486
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,013

a. Gruppenvariable: Opioid + Nicht-Opioid

Abbildung 20 zeigt die Auswirkungen einer Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin im Vergleich zu einer Monotherapie von Morphin. Neben der Veränderung in der Effektivität, erkennt man auch den Einfluss der Dosierung an Morphin. Die Kombinationstherapie geht mit einer höheren Reduktion der Schmerzen einher, zeigt aber auch, dass bei dieser Therapieform eine höhere Dosis an Morphin appliziert wird. Der Unterschied der Dosierung ist statistisch nicht relevant ($p = 0,054$, Tabelle 32).

Abbildung 20: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der applizierten Dosis an Morphin und der Reduktion des Schmerzlevels für die Monotherapie mit Morphin und der Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin

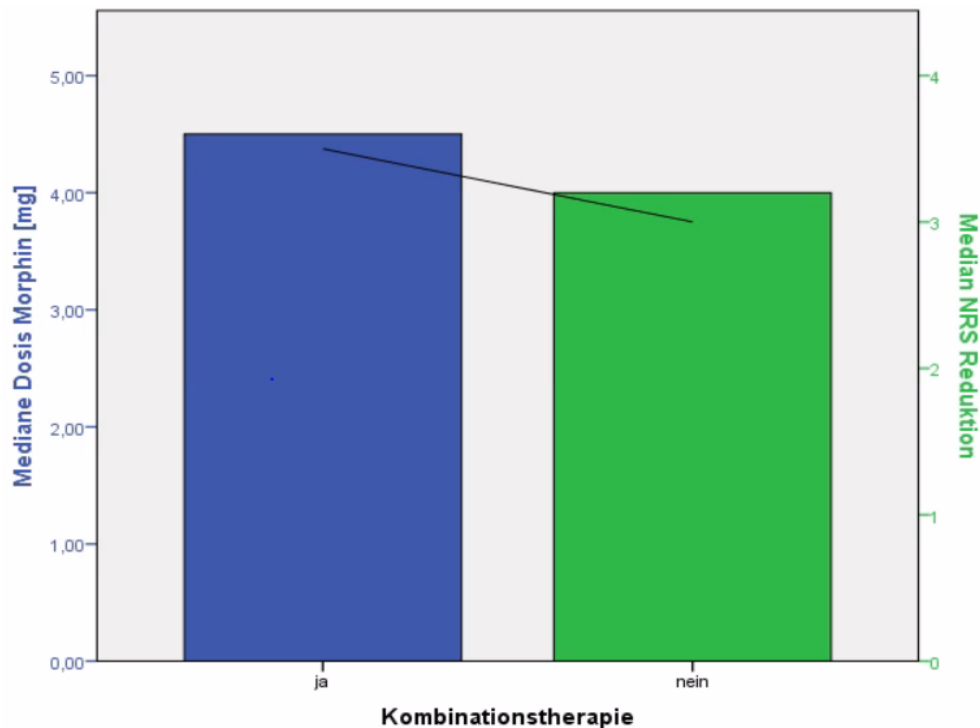


Tabelle 32: Mann-Whitney-Test für die Dosis an Morphin [mg] mit der Gruppenvariable Monotherapie mit Morphin bzw. Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin bei ACS

	Dosis Analgetikum
Mann-Whitney-U	1246,000
Wilcoxon-W	1949,000
Z	-1,924
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,054

a. Gruppenvariable: Opioid und Nicht-Opioid

In der Therapie des akuten Abdomens erhalten 40 % der Patienten ein Opioid, 60 % werden ohne ein Opioid behandelt. Am häufigsten greifen die Notärzte zu einer Kombination von Metamizol und Butylscopolamin (37,2 %), gefolgt von einer Analgesie durch Fentanyl (23,3 %) und einer Triple-Therapie bestehend aus Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin (18,6 %) (Abbildung 21). Die alleineige Verwendung von Metamizol erfolgt selten (1,8 %). Die Auswertung der Daten zeigt, dass Fentanyl als solitäre Applikation im Median mit 0,15 (0,1, 0,2) mg dosiert wird, während in kombinierter Form mit Metamizol und Butylscopolamin im Median 0,2 (0,1125, 0,2) mg appliziert werden. Der Unterschied in der Dosierung zeigt keine statistische Relevanz ($p = 0,334$). Hinsichtlich des analgetischen Effekts ist eine Schmerztherapie

ausschließlich mit Fentanyl und eine Kombination von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin fast gleichwertig Beide Möglichkeiten erzielen eine Schmerzreduktion von im Median 6 Punkten auf der NRS (Monotherapie 6 [4,75, 6,25] Punkte auf der NRS / Triple-Therapie im Median 6 [4,25, 6,75] Punkte auf der NRS). Die Analgesie mit Metamizol und Butylscopolamin liegt bei nur 3,5 Punkten auf der NRS. Im direkten Vergleich zeigt sich zwischen der analgetischen Therapie von Metamizol und Butylscopolamin und der von Fentanyl, bzw. der Kombination von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin, mit $p = 0,017$ ein statistisch relevanter Unterschied (Tabelle 33). Eine Monotherapie mit Metamizol findet nur selten Anwendung (1,8 %).

Abbildung 21: Doppelpes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die applizierten Analgetika in der Therapie von akuten Abdomen

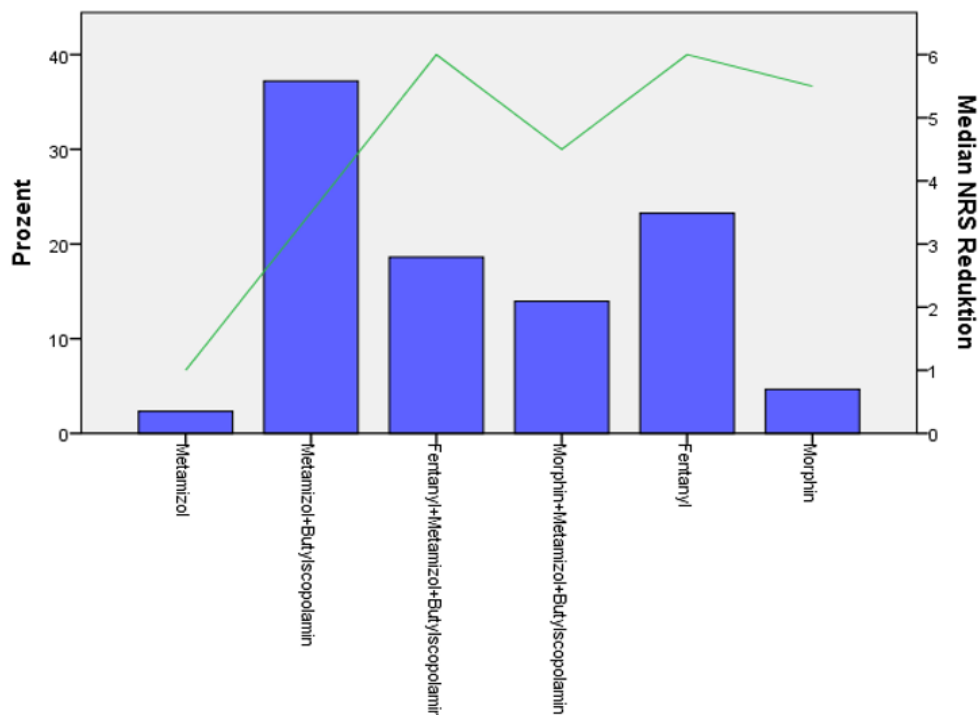


Tabelle 33: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Kombinationstherapie von Metamizol+ Butylscopolamin bzw. Monotherapie Fentanyl bei akutem Abdomen

	NRS-Reduktion
Mann-Whitney-U	25,500
Wilcoxon-W	161,500
Z	-2,386
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,017
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,016 ^a

a. Gruppenvariable: Akutes Abdomen

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Das Kollektiv für Patienten mit nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen beträgt in dieser Studie nur 40 Fälle. 72,5 % der Notärzte greifen zu einer Analgesie mit Fentanyl. Esketamin und Midazolam, Morphin sowie Paracetamol werden nur in jeweils 5 % der Einsätze verwendet, Metamizol immerhin bei jedem 10. Einsatz mit Rückenschmerzen ohne Trauma (Abbildung 22).

Betrachtet man die Verteilung im Hinblick auf die Verbesserung des Schmerzniveaus auf der NRS, ist Esketamin, das in Verbindung mit Midazolam verabreicht wird, mit einer Reduktion um mediane 6,5 Punkte am wirkungsvollsten, gefolgt von Morphin mit 5,5 Punkten. Fentanyl und Paracetamol erzielen eine Schmerzreduktion von 5 Punkten. Im Vergleich dazu steht Metamizol, mit einer Reduktion des Schmerzlevels um lediglich 3 Punkte, an letzter Stelle. Im weiteren Vergleich der Opiode ist das initiale Schmerzniveau bei der Verwendung von Fentanyl, mit im Median 8 Punkten auf der NRS, und Morphin mit medianen 6 Punkten, zu berücksichtigen.

Abbildung 22: Doppelttes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels für die applizierten Analgetika in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen

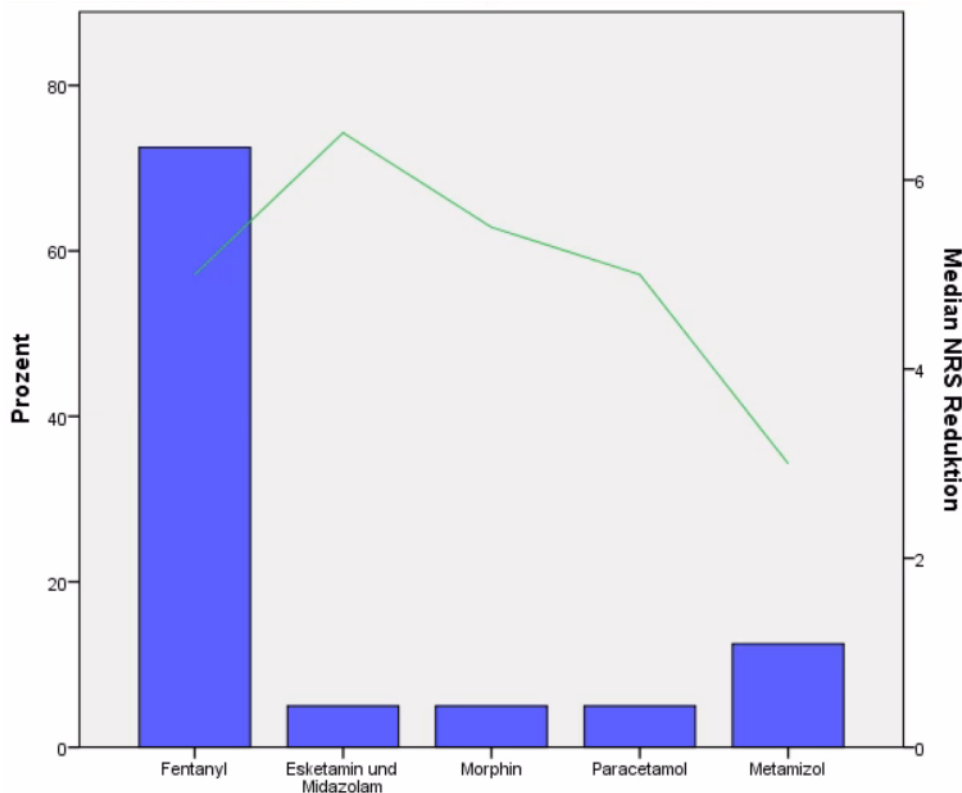
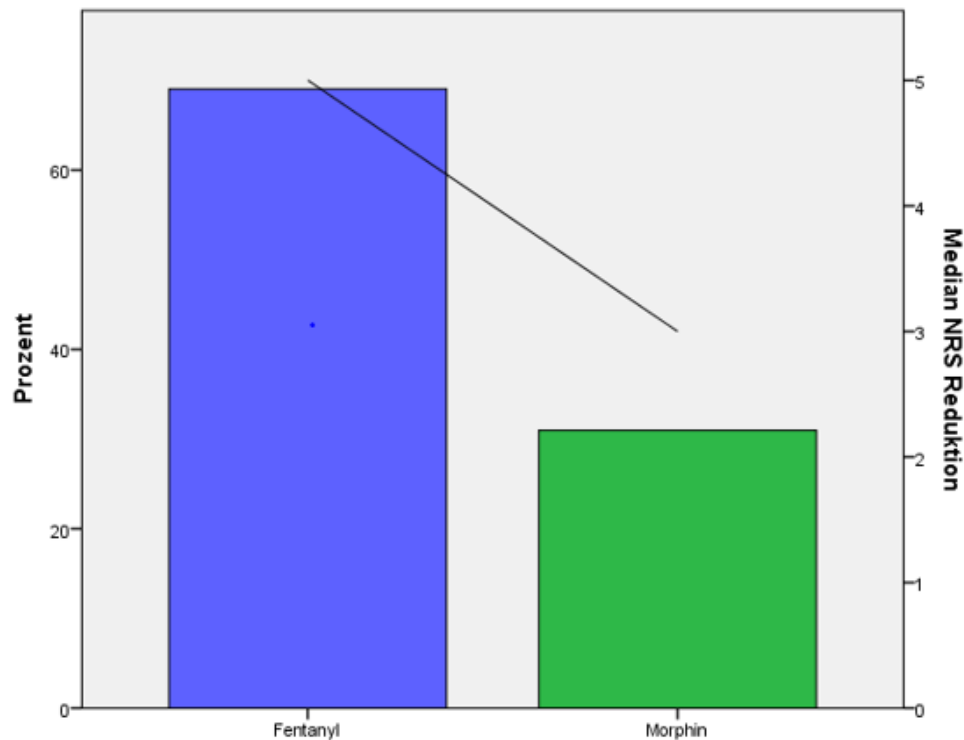


Abbildung 23: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der relativen Verteilung und der Reduktion des Schmerzlevels von Fentanyl und Morphin für alle Diagnosen



In dieser Studie sind Fentanyl (67,7 %) und Morphin (30,4 %) die am häufigsten verwendeten Opiode. Die Anteile an Piritramid (1,5 %) und Sufentanil (0,4 %) sind vernachlässigbar klein. Patienten, die eine Analgesie mit Fentanyl erhalten, zeigen eine Verbesserung des Schmerzniveaus um mediane 5 Punkte auf der NRS, während Patienten mit einer Analgesie durch Morphin nur eine Reduktion von 3 Punkten erzielen können (Abbildung 23). Der Unterschied der beiden Therapieoptionen hat statistische Relevanz ($p < 0,001$, Tabelle 34).

Tabelle 34: Mann-Whitney-Test für die Reduktion des Schmerzlevels mit der Gruppenvariable Fentanyl bzw. Morphin für alle Diagnosen

	NRS Reduktion
Mann-Whitney-U	14776,000
Wilcoxon-W	24646,000
Z	-5,562
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Analgetikum als Ziffer

4.4. Die Dosis macht den Unterschied

Für die analgetische Therapie von Trauma, akutem Abdomen und nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen wird bevorzugt Fentanyl verwendet. Abbildung 24 zeigt die Verteilung der Dosierungen von Fentanyl nach der Qualifikation des behandelnden Notarztes.

In der Behandlung von Traumata greifen die Assistenzärzte mit einem Median von 0,175 (0,1, 0,3) mg Fentanyl, zur einer etwas niedrigeren Dosis als ihre fachärztlichen Kollegen mit 0,2 (0,1, 0,25) mg. Dieser Unterschied weist keine statistische Relevanz auf ($p = 0,632$, Tabelle 35). Mit einer Verbesserung um mediane 5 Punkte auf der NRS erzielen beide Gruppen den gleichen Effekt in der Schmerzreduktion. Abbildung 25 zeigt, dass die Streuung der Dosierung bei den Assistenzärzten in der Traumatherapie stärker ausfällt, es bei den Fachärzten aber einige Ausreißer zu deutlich höheren Dosierungen von bis zu 1 mg gibt.

Abbildung 24: Boxplots zur Darstellung der applizierten Dosis an Fentanyl [mg] nach Diagnosen

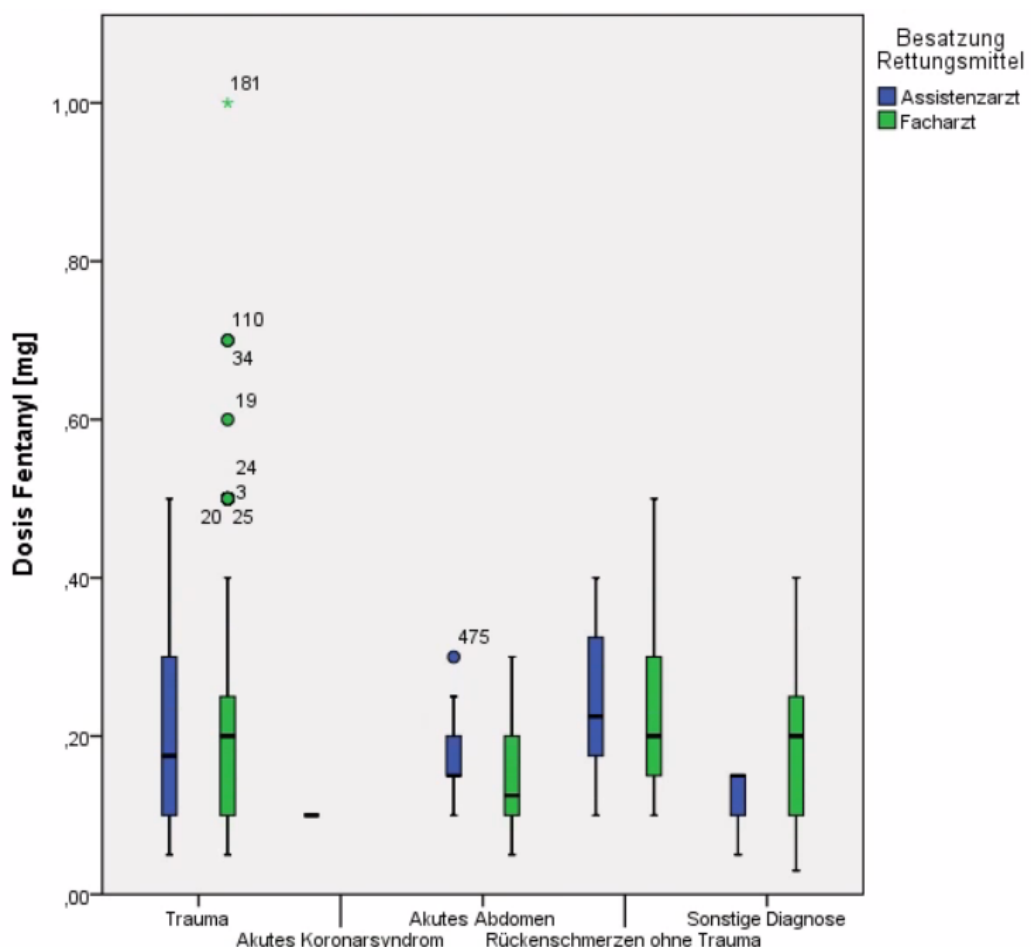
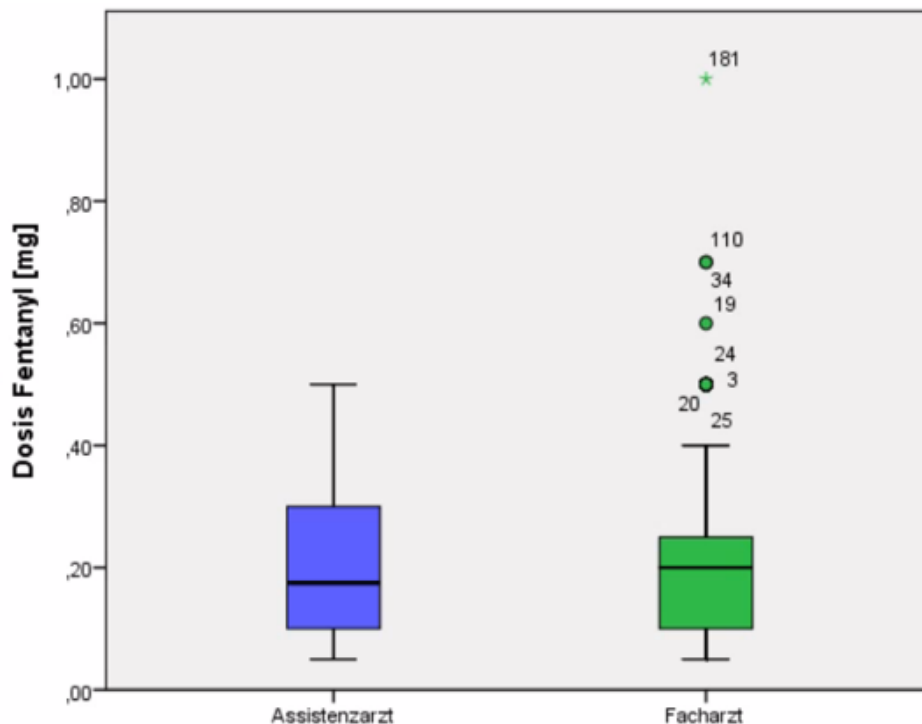


Tabelle 35: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Fentanyl [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt in der Traumatherapie

	Dosis Analgetikum
Mann-Whitney-U	3325,500
Wilcoxon-W	3920,500
Z	-,479
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,632

a. Gruppenvariable: Besetzung Rettungsmittel

Abbildung 25: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis Fentanyl [mg] nach der Qualifikation des Notarztes in der Traumatherapie



In der Analgesie von Patienten mit der Diagnose akutes Abdomen sind es die Assistenzärzte, die höhere Dosen an Fentanyl verabreichen (Abbildung 26). Mit einem Median von 0,15 (0,125, 0,225) mg für die Assistenzärzte und einem Wert von 0,125 (0,1, 0,2) mg für die Fachärzte ist der Unterschied statistisch nicht relevant ($p = 0,230$, Tabelle 36). Die unterschiedliche Dosierung von Fentanyl hat ebenfalls keine Auswirkung auf die Reduktion der NRS. Diese ist für beide Gruppen, mit einer Verbesserung im Median um 6 Punkte auf der NRS, gleich.

Tabelle 36: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Fentanyl [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt bei akutem Abdomen

	Dosis-Analgetikum
Mann-Whitney-U	44,500
Wilcoxon-W	149,500
Z	-1,199
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,230
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,250 ^b

a. Gruppenvariable: Besetzung Rettungsmittel

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Abbildung 26: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis Fentanyl [mg] nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie des akuten Abdomens

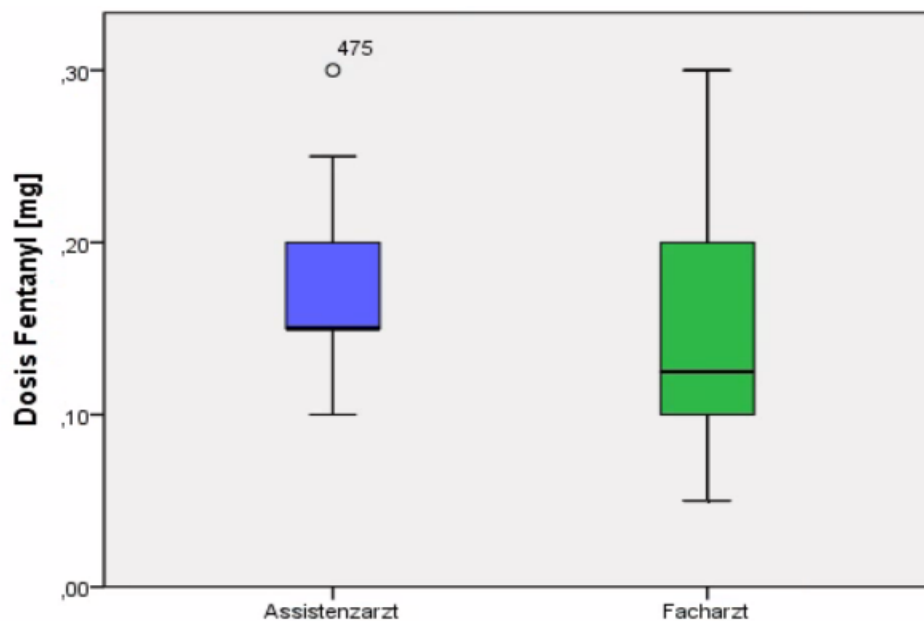


Tabelle 37: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Fentanyl [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt bei nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen

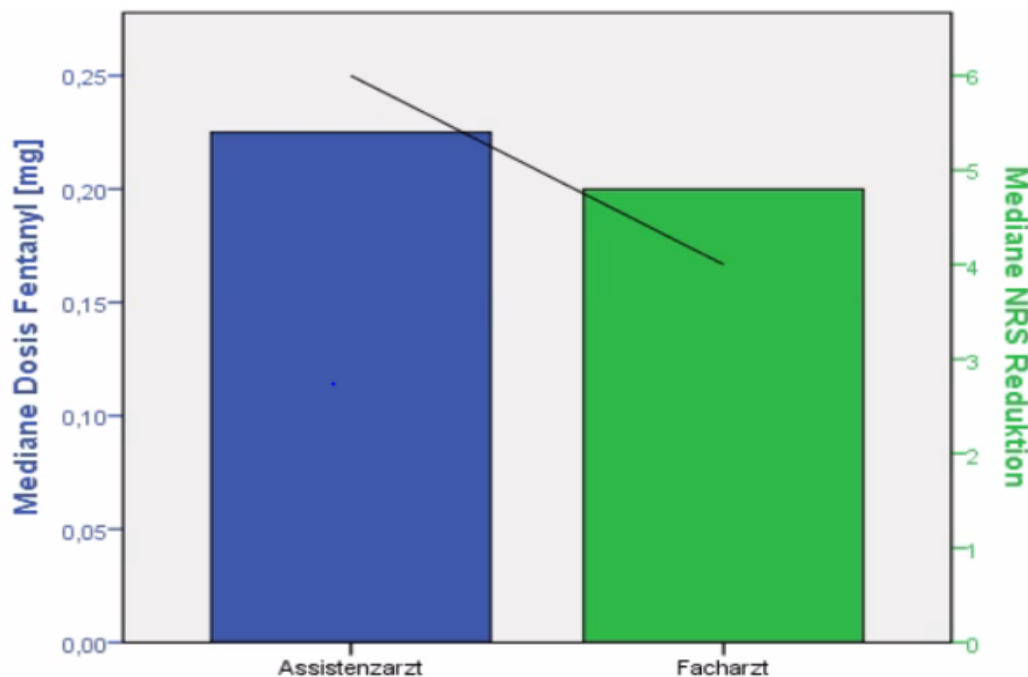
	Dosis-Analgetikum ^a
Mann-Whitney-U	76,500
Wilcoxon-W	307,500
Z	-,371
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,71
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,720 ^b

a. Gruppenvariable: Besetzung Rettungsmittel

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Auch in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen wenden die Assistenzärzte mit im Median 0,225 (0,1625, 0,3375) mg eine höhere Dosierung an als die Fachärzte mit 0,2 (0,125, 0,325) mg. Der Unterschied ist statistisch nicht relevant, jedoch zeigt die höher ausfallende Analgesie der Assistenzärzte ein deutlich besseres Ergebnis in der Verbesserung der Schmerzintensität (Tabelle 37, Abbildung 27).

Abbildung 27: Doppeltes Balkendiagramm zur Darstellung der applizierten Dosis an Fentanyl [mg] und der Reduktion des Schmerzlevels nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen



In der analgetischen Therapie des akuten Koronarsyndroms dosieren die Fachärzte Morphin, mit einer Dosis von im Median 5 (3, 6,5) mg, höher als die Assistenzärzte mit 4 (2, 5) mg (Abbildung 28). Die Streuung fällt bei den Fachärzten deutlich stärker aus. Beide Gruppen zeigen einen Ausreißer, der bei den Fachärzten mit 12 mg ebenfalls höher ausfällt als bei den Assistenzärzten mit 10 mg. Mit $p = 0,068$ ist der Unterschied statistisch nicht relevant (Tabelle 38). In der Dosierung von Aspirin stimmen beide Gruppen in der medianen Anwendung von 250 mg überein.

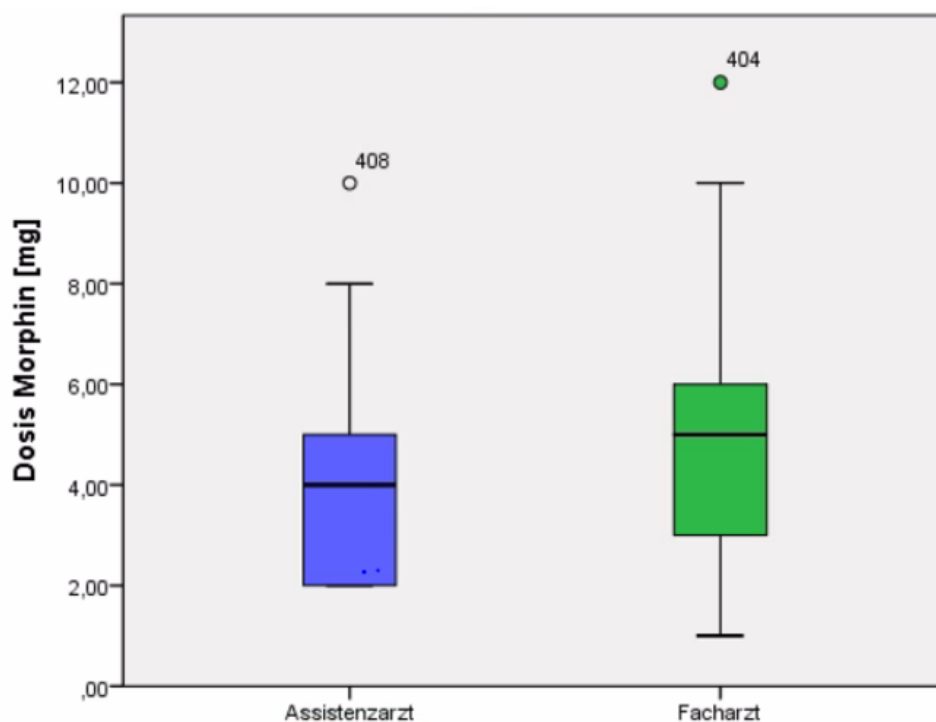
Vergleicht man die Ergebnisse der Schmerztherapie, zeigt die höhere Dosierung der Facharztgruppe keinen relevanten Einfluss. Beide Gruppen erzielen eine Schmerzreduktion von im Median 3 Punkten auf der NRS (Abbildung 29).

Tabelle 38: Mann-Whitney-Test für den Unterschied in der Dosierung von Morphin [mg] mit der Gruppenvariable Assistenzarzt bzw. Facharzt bei ACS

	Dosis Analgetikum
Mann-Whitney-U	1089,000
Wilcoxon-W	1554,000
Z	-1,822
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,068

a. Gruppenvariable: Besatzung Rettungsmittel

Abbildung 28: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis an Morphin [mg] nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie des ACSs



Betrachtet man die Höhe der Dosierung bezogen auf das Geschlecht des Notarztes, so verwenden beide Gruppen mit 4 mg Morphin (Abbildung 30) und 250 mg Aspirin (Abbildung 31) im Median die gleiche Menge. Sie erzielten, mit einer Reduktion des Schmerzniveaus um im Median 3 Punkte auf der NRS, das gleiche Ergebnis.

Abbildung 29: Doppelttes Balkendiagramm zur Darstellung der applizierten Dosis an Morphin [mg] und der Reduktion des Schmerzlevels nach der Qualifikation des Notarztes in der Therapie des ACSs

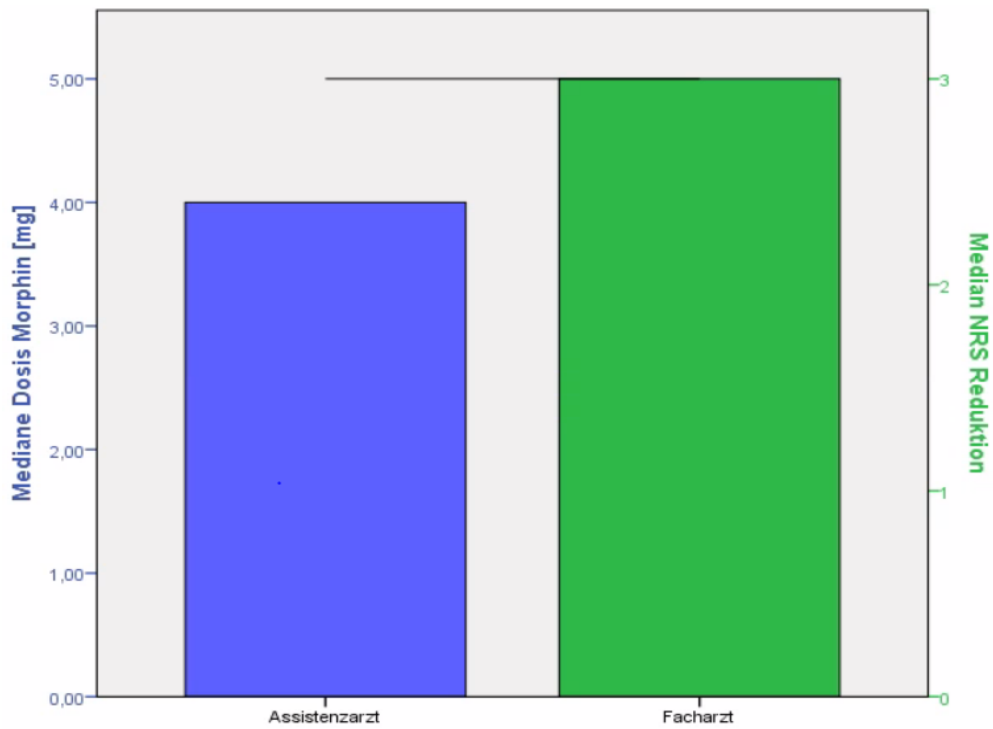


Abbildung 30: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis an Morphin [mg] bei ACS nach dem Geschlecht des Notarztes

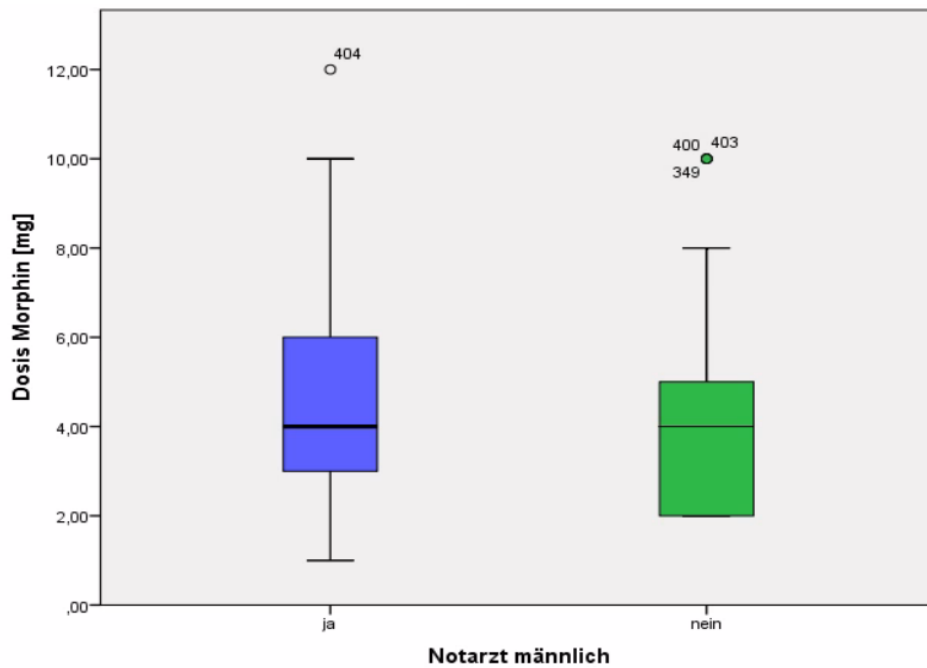
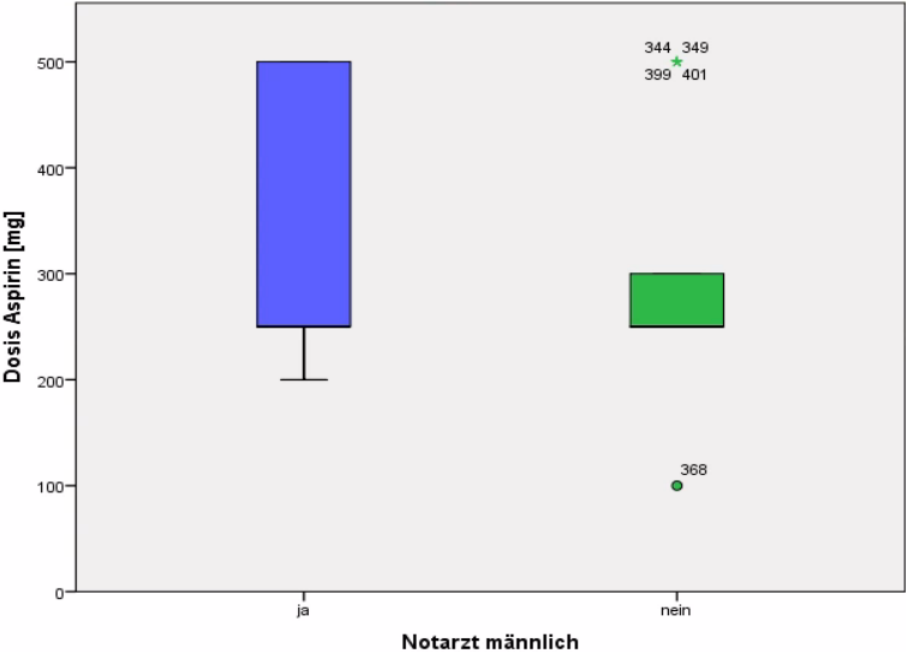


Abbildung 31: Boxplots zur Darstellung der medianen Dosis von Aspirin [mg] bei ACS nach dem Geschlecht des Notarztes



5. Diskussion

Der in der prähospitalen Notfallmedizin tätige Arzt wird mit einer Vielzahl von Krankheitsbildern konfrontiert. Die Schädigungsmuster reichen vom akuten Myokardinfarkt über schwere Traumata zu einer Vielzahl von unterschiedlichen Krankheitsbildern rund um den Begriff des akuten Abdomens bis hin zu Beschwerden, die zwar keine Lebensbedrohung darstellen, aber in der Schmerzintensität nicht weniger dramatisch sein können, wie z. B. akute Rückenschmerzen. Die Möglichkeiten für Diagnostik und Therapie sind außerhalb des Krankenhauses sehr begrenzt. Die Analgesie stellt eine der wesentlichen Aufgaben des Notarztes dar. Galinski et al. (2010) bezifferten die Höhe des Einsatzaufkommens für analgetische Zwecke in ihrer Studie mit 42 %. Bei 3.629 Einsätzen, die im Jahr 2007 in einem großen Vorort von Paris in 11 Monaten erfasst wurden, waren 3.096 Patienten über 16 Jahre alt und 947 von ihnen erhielten eine Schmerztherapie. In der vorliegenden Arbeit sind es 13,25 % aller Notfalleinsätze, bodengebunden und in der Luftrettung, in denen der Notarzt eine Schmerztherapie durchführt. Die Quote der Franzosenentspricht somit knapp dem Dreifachen der Zahlen dieser Studie. Der deutlich höhere Bedarf an Analgesie in Frankreich im Jahr 2007 könnte auf die nach 2005 erneut aufgekommenen Unruhen in den Pariser Vororten und die erhöhte Gewaltbereitschaft im Rahmen der Präsidentschaftswahl von 2007 zurückgeführt werden. Verstärkte körperliche Auseinandersetzungen können zu Verletzungen und Traumata führen und auch Stress ist ein Risikofaktor für eine Vielzahl notfallmedizinischer Einsatzdiagnosen.

Die internationale Bewertung der Effektivität der Schmerztherapie fällt nicht einheitlich aus. Galinski et al. (2010) untersuchten in einer prospektiven Kohortenstudie die Häufigkeit und die Art der Behandlung von akutem Schmerz im prähospitalen Setting in Paris. Die arztbesetzten Rettungsmittel verfügten über einen Notarzt, einen Fahrer, eine Fachkrankenschwester für Anästhesie und gelegentlich einen Medizinstudenten. Sie kamen zu dem kaum tragbaren Ergebnis, dass die analgetische Therapie nur bei 50 % der Patienten zu einer Linderung des Schmerzniveaus auf einen Wert ≤ 3 Punkte auf der NRS führte. Dabei fielen die Zahlen in der Traumatherapie am schlechtesten aus. In einem ähnlichen Kontext analysierten Helm et al. (2020) in einer multizentrischen Studie retrospektiv Daten der ADAC-Luftrettung aus 13 Jahren und

stellten fest, dass 18,4 % der Patienten eine unzureichende analgetische Therapie erhielten. Oligoanalgesie wurde hier definiert mit einer Reduktion des Schmerzlevels < 3 Punkten auf der NRS oder mit einem Wert von ≥ 4 Punkten auf der NRS bei Eintreffen im Krankenhaus. Patienten, die bei Eintreffen des Rettungshubschraubers ein Schmerzniveau < 4 Punkten auf der NRS angaben, wurden von der Untersuchung ausgeschlossen. Bewertet man die Daten der vorliegenden Studie nach den Kriterien von Helm et al. (2020), kommt es in der analgetischen Therapie in 27,6 % der Fälle zu einer Oligoanalgesie. Das Patientenkollektiv der Luftrettung in Koblenz weist in 28 % der Einsätze eine NRS-Reduktion < 3 Punkten auf der NRS und/oder ein Schmerzniveau ≥ 4 Punkten bei der Ankunft im Krankenhaus auf. Die Werte für die Koblenzer Luftrettung liegen daher im direkten Vergleich der Oligoanalgesie über dem Durchschnitt der ADAC-Luftrettung der Jahre 2005-2017. Die ausgewerteten Daten zeigen, dass die untersuchte analgetische Therapie der Notärzte mit einer Verbesserung des Schmerzniveaus um im Median 4 (3, 6) Punkte auf der NRS insgesamt als effektiv zu werten ist. Das für diese Studie gesetzte Mindestmaß für die Effektivität, nämlich eine Reduktion des Schmerzlevels um ≥ 3 Punkte auf der NRS, wird im Median in jeder Analyse erreicht.

Es gibt keine Literatur, in der die Auswirkung des Ausbildungsstandes von Notärzten auf die Effektivität ihrer Schmerztherapie näher untersucht wird. Die Gesamtauswertung dieser Untersuchung zeigt eine Reduktion der NRS um im Median 4 (3, 6) Punkte für die Assistenzärzte und ebenfalls 4 (3, 6) Punkte für die Fachärzte. Hinsichtlich der hier gesetzten Grenze für die Effektivität der Schmerztherapie, nämlich einer Reduktion auf der NRS um ≥ 3 Punkte, ist die Therapie beider Berufsgruppen somit als erfolgreich zu bewerten. Das Ergebnis bestätigt somit die Haupthypothese, die besagt, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Effektivität der analgetischen Therapie von Fachärzten und Assistenzärzten gibt ($p = 0,682$). Die Ausbildung der klinisch tätigen Assistenzärzte erfolgt durch die Fachärzte der jeweiligen Abteilung eines Krankenhauses. Die Assistenzärzte übernehmen Arbeitsweisen der Kollegen und profitieren von Ihrer Erfahrung. Die vorliegende Arbeit unterstützt diese Annahme. Weder bei der Wahl der Medikamente noch bei der Dosierung können relevante Unterschiede zwischen den Assistenzärzten und den Fachärzten nachgewiesen werden.

Mit 53,41 % sind Traumapatienten das mit Abstand größte Kollektiv dieser Studie. Das Bundeswehrzentral Krankenhaus ist ein überregionales Traumazentrum, sodass die Notärzte in der Versorgung von traumatisierten Patienten überwiegend routiniert sind. Der tägliche Umgang mit Analgetika im Rahmen der Notfallversorgung verunfallter Patienten vermittelt den Ärzten Sicherheit in Anwendung und Dosierung. Deshalb führt die Untersuchung der Schmerztherapie von Traumapatienten auch zu guten Ergebnissen. Die Assistenzärzte erreichen eine Reduktion der Schmerzintensität im Median von 5 (3, 6) Punkten und die Fachärzte von 4,5 (3, 6) Punkten. Mit $p = 0,540$ kann jedoch kein statistisch relevanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

Mit Abstand am häufigsten wird von beiden Gruppen das hochpotente Opioid Fentanyl zur Analgesie bei Trauma verwendet. Die Assistenzärzte nutzen es zu 96,8 %, von den Fachärzten wird in 78,9 % der Fälle bevorzugt Fentanyl verwendet. Die Anwendungshäufigkeit von Morphin liegt in der Traumatherapie deutlich hinter Fentanyl. Nur 3,2 % der Assistenzärzte und 8,4 % der Fachärzte nutzen es zur Schmerztherapie. Die Assistenzärzte dosieren Fentanyl im Median mit 0,175 (0,1, 0,3) mg, während die Fachärzte mit medianen 0,2 (0,1, 0,25) mg zu einer etwas höheren Dosis greifen. Der Unterschied in der Dosierung von Fentanyl zwischen Assistenzärzten und Fachärzten erweist sich als nicht statistisch relevant ($p = 0,632$). Betrachtet man hierzu die Effektivität der Analgesie, zeigt sich, dass die Assistenzärzte und die Fachärzte mit initialen 7 (6, 8) Punkten, bzw. 6,5 (5, 8) Punkten auf der NRS, ein ähnliches Schmerzniveau behandeln und mit im Median 5 (3, 6) Punkten, bzw. 4,5 (3, 6) Punkten auf der NRS, auch ein vergleichbares Ausmaß der Schmerzreduktion erreichen. In diesem Fall führt eine Erhöhung der Opioiddosis zu keiner Steigerung der Effektivität.

Ein weiterer interessanter Aspekt ergibt sich aus der Frage nach den Auswirkungen der höheren Dosis auf die Nebenwirkungen von Fentanyl. Die opioidbedingten Komplikationen werden in den Einsatzprotokollen jedoch nicht regelmäßig erfasst, sodass retrospektiv nicht weiter nachvollzogen werden kann, ob es durch eine höhere Dosis des Opioids zu einer höheren Rate von unerwünschten Arzneimittelwirkungen gekommen ist.

Der Diagnosekomplex des akuten Koronarsyndroms umfasst 24,24 % der verwertbaren Protokolle innerhalb dieser Untersuchung. Dies entspricht in etwa den

Ergebnissen von Stork und Hofmann-Kiefer (2008), die den akuten Thoraxschmerz mit 27-34 % ebenfalls als zweithäufigste Ursache für einen Notarzteinsatz einstufen. Mit einer Verbesserung des Schmerzniveaus um mediane 3 (2, 4) Punkte auf der NRS für die Assistenzärzte und 3 (2, 5) Punkte für die Fachärzte, erreichen beide Notarzt-Gruppen ein vergleichbares Ergebnis bei der analgetischen Therapie des akuten Koronarsyndroms. Die Qualität der Schmerztherapie kann nach den Kriterien dieser Untersuchung als effektiv bewertet werden.

Im direkten Vergleich mit den anderen hier untersuchten Diagnosen, erzielten die Assistenzärzte und die Fachärzte in der Therapie des akuten Koronarsyndroms, hinsichtlich des absoluten Werts der Schmerzreduktion, das für sie jeweils schwächste Ergebnis. Es gilt jedoch zu beachten, dass bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom die primäre Einstufung des Schmerzniveaus im Median nur bei 5 (4, 6) Punkten erfolgt. Das initiale Schmerzlevel liegt 28,57 % unter dem primären Schmerzniveau der Traumapatienten mit 7 (5, 8) Punkten und sogar 37,5 % unter dem Niveau von Beschwerden bei akutem Abdomen mit 8 (7, 9) Punkten und nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen mit 8 (7, 9,75) Punkten. Die Notärzte können hier zwar nur eine Schmerzreduktion von medianen 3 Punkten auf der NRS erreichen, erzielen damit aber im Ergebnis eine absolute Verbesserung auf 2 Punkte auf der NRS, was mit das niedrigste finale Schmerzniveau dieser Studie bildet.

Bewertet man die Effektivität der Schmerztherapie bei akutem Koronarsyndrom nach dem Therapiebedarf und setzt diesen bei einem Schmerzniveau ≥ 4 Punkten auf der NRS fest, benötigen 86,7 % der Patienten dieser Studie bei Eintreffen des Notarztes eine Analgesie. Nach Abschluss der medikamentösen Schmerztherapie liegt das Schmerzniveau noch in 7,1 % der Fälle bei ≥ 4 Punkten auf der NRS, womit formal weiterer Therapiebedarf besteht. Nach der erfolgten Schmerztherapie stufen die Patienten der Assistenzärzte in 12,1 % der Fälle des akuten Koronarsyndroms das Schmerzniveau auf ≥ 4 Punkten auf der NRS ein, bei den Fachärzten sind es 5,3 %.

Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und die Europäische Gesellschaft für Kardiologie (ECS) veröffentlichten 2017 gemeinsame ESC Pocket Guidelines für die Therapie des akuten Herzinfarktes bei Patienten mit ST-Streckenhebung (STEMI). Dabei soll zur Schmerzlinderung eine titrierte intravenöse Gabe von Opioiden in Betracht gezogen werden. Primär sollen 4-8 mg Morphin appliziert werden, gefolgt von 2 mg repetitiv alle 5 bis 15 Minuten, bis eine ausreichende Analgesie erreicht ist

(Ibanez et al. 2018). Mit einer medianen Gesamtdosis von 4 (2, 5) mg Morphin bei den Assistenzärzten und 5 (3, 6,5) mg bei den Fachärzten, liegen die Notärzte im unteren Bereich der empfohlenen primären Applikationsdosis der ESC Leitlinie. Repetitive Dosen werden nicht eingesetzt, bzw. reichen additiv maximal für die empfohlene Menge der Erstverabreichung. Mit einer Reduktion des Schmerzniveaus auf 2 (1, 3) Punkte auf der NRS kann das Ergebnis der Schmerztherapie in der vorliegenden Studie trotzdem als sehr effektiv bewertet werden.

Seit 2014 wurden verschiedene Arbeiten publiziert, die der Verabreichung von Morphin bei ACS mit interventionellem Therapiebedarf kritisch gegenüberstehen. In diesen Studien wird angenommen, dass Morphin die Aufnahme von verschiedenen P2Y12-Inhibitoren hemmt, die im Rahmen der perkutanen Koronarintervention appliziert werden, was zu einer Progredienz und/oder weiteren Ischämien führt (Kubica et al. 2018; Hippe & Frey. 2019) und die intrahospitale Mortalität erhöhen kann (Ghadban et al. 2019). Auch Furtado et al. (2020) konnten für Patienten mit NSTEMI, die eine kombinierte Gabe von Clopidogrel und Morphin erhielten, erhöhte Raten von Herzinfarkt und Tod innerhalb von 30 Tagen nachweisen (OR:1,29; 95 % CI: 0,98-1,7; $p = 0,072$). Die Studienlage ist jedoch kontrovers, denn es liegen ebenfalls Publikationen vor, die die Wechselwirkung zwischen Morphin und P2Y12-Inhibitoren nicht bestätigen können. Batchelor et al (2019) werteten zu diesem Kontext 10 Beobachtungsstudien und 1 randomisierte und kontrollierte Arbeit aus. Dabei zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Krankenhaus- und der 30-Tage-Sterblichkeit sowie Herzischämien und der Applikation von Morphin mit Ticagrelor, Prasugrel oder Clopidogrel (OR: 1,88; 95 % CI: 0,87-4,09). Die Europäische Gesellschaft für Kardiologie hat ihre Leitlinie 2017 angepasst und die Analgesie mit Opioiden bei STEMI von einem Empfehlungsgrad I auf einen Empfehlungsgrad IIa heruntergestuft. Der Evidenzgrad C wurde beibehalten (Schlimpert. 2020). Die Arbeit von Stiermaier et al. (2020) fachte die Diskussion weiter an: In der MonAMI-Studie zeigte sich innerhalb der Morphin-Gruppe eine signifikant geringere Infarktgröße als in der Placebogruppe ($p = 0,047$). Auch die Häufigkeit von mikrovaskulären Obstruktionen war dabei unter Morphin deutlich geringer ($p = 0,022$). Die Aussagekraft der Studie ist allerdings aufgrund der ungleichen Verteilung der Daten eingeschränkt, sodass weiterführende Studien nötig sind, um ein valides Ergebnis erhalten zu können.

Aus klinischer Sicht ist die Durchführung einer adäquaten analgetischen Therapie unumgänglich, weil die Reduktion des Stresslevels und die Sympathikolyse zu einer Senkung der Herzfrequenz und des myokardialen Sauerstoffbedarfs führen, was mit einem positiven Einfluss auf das Outcome verbunden ist.

Weldon, Ariano und Grierson (2015) untersuchten in einer randomisierten und kontrollierten Doppelblind-Studie den Nutzen von Fentanyl als alternatives First-Line-Analgetikum für den ischämischen Thoraxschmerz im prähospitalen Setting und konnten dabei keine signifikanten Unterschiede bei der Änderung der VAS oder der NRS feststellen ($p = 0,16$ bzw. $p = 0,15$). Somit stellt Fentanyl eine sichere und effektive Alternative zu Morphin dar. Allerdings gibt es auch hier zunehmend Stimmen, die einen Klasseneffekt hinsichtlich der Wechselwirkungen mit P2Y12-Inhibitoren vermuten.

Neben der Schmerztherapie stellt die Hemmung der Thrombozytenaggregation einen weiteren wesentlichen Pfeiler in der Behandlung des akuten Koronarsyndroms dar. Die Europäische Gesellschaft für Kardiologie legte in ihrer Leitlinie mit einer la Empfehlung die Gabe von Aspirin mit einer entsprechenden Dosierung fest. Für eine Hemmung der Thrombozytenaggregation soll dabei jeder Patient, mit der Diagnose eines akuten Koronarsyndroms, frühzeitig 150-300 mg Aspirin oral oder 75-250 mg intravenös erhalten (Collet et al. 2020).

Die analgetische Therapie mit Morphin erzielt in der vorliegenden Untersuchung als Kombinationstherapie mit Aspirin eine Schmerzreduktion von 3,5 (2, 5) Punkten auf der NRS, während die Monotherapie des Opioids nur zu einer Verbesserung von 3 (2, 3,5) Punkten führt. Dieser Unterschied erweist sich als statistisch relevant ($p = 0,013$). Die Auswertung der Protokolle ergibt allerdings, dass 30,1 % der Patienten, trotz der eindeutigen Datenlage, kein Aspirin bekommen haben. Bei einer näheren Betrachtung der Verteilung kann man feststellen, dass die Assistenzärzte zu 33,3 % auf die Applikation von Aspirin verzichten, während die Fachärzte die Gabe zu 29 % unterlassen. Ein möglicher Grund hierfür könnte die nicht erfolgte oder unvollständige Dokumentation der Dauermedikation im Einsatzprotokoll sein. Nimmt der Patient bereits Aspirin ein und man kann sich auf die regelmäßige Einnahme verlassen, sollte auf eine erneute Gabe im Rahmen des Notfallgeschehens verzichtet werden. Sie verbessert das Outcome nicht, erhöht aber die Rate von unerwünschten Nebenwirkungen. Auch bestehende Kontraindikationen können zu einem Verzicht auf

Aspirin geführt haben. Eine weitere mögliche Erklärung für den scheinbar häufigen Verzicht auf Aspirin kann auch der unterschiedlichen Definition des akuten Koronarsyndroms geschuldet sein. Das akute Koronarsyndrom umfasst formal die instabile Angina pectoris, den NSTEMI und den STEMI. Allerdings werden auch akute Thoraxschmerzen sonstiger Art im Einsatzprotokoll oftmals mit dem Überbegriff „akutes Koronarsyndrom“ dokumentiert, die aber nicht mit einer Indikation für Aspirin einhergehen. Aspirin kann zu gastrointestinalen Beschwerden, Blutungen und weiteren unerwünschten Wirkungen führen, weshalb die Indikation stets kritisch hinterfragt werden sollte.

Das akute Abdomen umfasst 9,85 % der ausgewerteten Daten. Die Qualität der analgetischen Therapie von Beschwerdebildern, die zum akuten Abdomen zählen, kann bei den Assistenzärzten mit einer Reduktion der NRS von im Median 5 (4, 6) Punkten und bei den Fachärzten mit ebenfalls 5 (3,5, 6) Punkten als sehr effektiv gewertet werden. Obwohl die Applikation von Fentanyl im Rahmen von Gallenwegserkrankungen und obstruktiven Darmerkrankungen einer besonderen Abwägung bedarf, nutzen in dieser Untersuchung 38,5 % der Assistenzärzte und 18,5 % der Fachärzte Fentanyl zur Analgesie. Fentanyl weist die größte Effektivität in der Analgesie des akuten Abdomens auf und ist in der Anwendungshäufigkeit bei den Assistenzärzten das Analgetikum der Wahl. Die Kombination von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin ist in gleichem Maße wirksam und wird von beiden Gruppen am zweithäufigsten appliziert. Die Fachärzte greifen bevorzugt zu einer Kombination von Metamizol und Butylscopolamin, die bei der Effektivität allerdings den vorletzten Platz belegt.

Ileus und akutes Abdomen zählen nach der Fachinformation zu den Gegenanzeigen für die Anwendung von Morphin (Hexal AG. 1998). Für diverse abdominelle Schmerzzustände, die definitionsgemäß auch zu dem Symptomenkomplex des akuten Abdomens gezählt werden, wie z. B. eine stielgedrehte Ovarialzyste oder eine inkarzerierte Leistenhernie, kann eine Analgesie mit Morphin jedoch durchaus vorteilhaft sein. In der vorliegenden Studie wird Morphin von keinem Assistenzarzt, aber von 7,4 % der Fachärzte verwendet.

Schätzungsweise jeder 3. Erwachsene leidet unter Rückenschmerzen. Das akute Auftreten ohne ein vorangegangenes Trauma und mit der Notwendigkeit einer

sofortigen Schmerztherapie ist glücklicherweise deutlich seltener. Diese Patienten machen in der vorliegenden Studie 7,6 % aller Fälle aus. Betrachtet man die Zahl im Gesamtbild der mobilen Patientenversorgung, scheint sie verhältnismäßig hoch auszufallen. Seit der Einführung des hausärztlichen Bereitschaftsdienstes sollen Beschwerdebilder dieser Art, die keine weitere Überwachung oder stationäre Therapie benötigen, analgetisch durch einen mobilen Hausarzt versorgt werden können. Allerdings ist die Akzeptanz des mobilen KV-Notdienstes trotz verbreiteter Werbemaßnahmen weiter ausbaufähig. Viele Patienten klagen über eine schlechte telefonische Erreichbarkeit der Hotline 116 117 und wählen deshalb bevorzugt die 112. Die integrierte Leitstelle entsendet in der Regel primär einen RTW, der jedoch zum Zeitpunkt der Datenerhebung, ohne einen Notarzt keine adäquate Analgesie durchführen kann. Dies führt zu einem verhältnismäßig hohen Einsatzaufkommen für eine Diagnose, die nicht zwingend rettungsdienstlich behandelt werden müsste.

Für die Effektivität der Schmerztherapie zeigt sich bei nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen der größte Unterschied zwischen den Notarztgruppen. Die Assistenzärzte erzielen hier das für sie beste Ergebnis dieser Studie. Mit einer Verbesserung des Schmerzlevels um 6 (4,75, 8) Punkte auf der NRS ist ihre Therapie im Vergleich zu den Fachärzten führend, die lediglich eine Schmerzreduktion von 4 (3, 6) Punkten erreichen. Trotz der Überlegenheit in der absoluten Schmerzreduktion ist der Unterschied statistisch nicht relevant ($p=0,088$). Dies ist vermutlich auf die niedrige Fallzahl von 29 Patienten der Fachärzte und nur 10 Patienten der Assistenzärzte zurückzuführen.

Interessanterweise greifen beide Gruppen in der analgetischen Therapie am häufigsten zu Fentanyl, obwohl die Therapie mit Esketamin und Midazolam die Effektivste ist. Die Ursache für die bevorzugte Anwendung von Fentanyl liegt möglicherweise in der fehlenden motorischen Einschränkung der Patienten, die den Patiententransport zum Rettungsmittel erleichtert. Außerdem ist der Notarzt bei einer Therapie mit Midazolam und Esketamin schlechter abkömmlich für dringlichere Indikationen. Esketamin führt zu einer dissoziativen Anästhesie, die mit einer Kombination von Analgesie und Amnesie verbunden ist und leider häufig von Alpträumen und einer Hyperakusis begleitet wird. Dies soll durch die additive Gabe von Midazolam als Hypnotikum verhindert werden. Dabei reduziert allerdings die psychische Abschirmung des Patienten auch die Fähigkeit der Schmerzäußerung.

Die Effektivität der analgetischen Therapie der Fachärzte ist mit einer Spannweite von 0-9 Punkten auf der NRS breit gestreut, sodass ein pauschales Urteil über die Qualität der Therapie des einzelnen Facharztes nicht wirklich getroffen werden kann. Patienten mit Rückenschmerzen sind häufig chronische Schmerzpatienten. Die Einschätzung des Schmerzlevels orientiert sich dabei an einem subjektiven Maß. Patienten mit chronischen Leiden stufen dieses vielfach als unverhältnismäßig hoch und schlecht therapierbar ein, sodass die Einordnung des Schmerzniveaus nach der analgetischen Therapie auch ohne Veränderung ausfallen kann. Dies wird durch die vorliegende Untersuchung bestätigt. Patienten mit Rückenschmerzen ohne ein vorangegangenes Trauma stufen das primäre Schmerzniveau mit einem Median von 8 (7, 9,75) Punkten auf der NRS mit am höchsten ein. Außerdem unterliegen chronische Schmerzpatienten einer Toleranzentwicklung, weshalb die Analgetika oftmals nicht mehr entsprechend der Erwartungen wirken.

Man kann festhalten, dass die analgetische Therapie der Assistenzärzte ebenso effektiv oder sogar effektiver ist als die der Fachärzte. Zusammenfassend belegen die Daten jedoch auch, dass weder für das Kollektiv insgesamt noch für die Aufgliederung nach Hauptdiagnosen ein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden kann. Wie in der Haupthypothese angenommen, gibt es demnach keinen Unterschied in der analgetischen Therapie von Assistenzärzten und Fachärzten, sodass eine höhere Qualifikation nicht konsekutiv zu besseren Fertigkeiten in der Schmerztherapie führt.

Die ungleiche Verteilung der Stichproben bildet eine Schwachstelle der vorliegenden Arbeit. Es werden 14 Assistenzärzte (26,92 %) und 38 Fachärzte (73,08 %) als Notarzt eingesetzt. Neben den Assistenzärzten besetzen 22 Fachärzte das NEF, wovon nur 5 Notärzte bodengebunden als auch in der Luftrettung aktiv sind. In der Gesamtzahl entfallen nur 18,6 % der Fälle auf die Assistenzärzte, während die Fachärzte mit 79,5 % die absolute Mehrheit der Einsätze abdecken. Eine eigenständige Analgesie durch Rettungsassistenten/Notfallsanitäter, die ersteintreffend sind oder den Notarzt nachalarmieren, macht im untersuchten Kollektiv nur 1,9 % aus.

Diese asymmetrische Verteilung betrifft alle Diagnosen. In der Subgruppe des akuten Abdomens stellen die Assistenzärzte immerhin 28,8 % der Notärzte, während die Analgesie von Traumapatienten nur zu 12,4 % von Assistenzärzten durchgeführt wird. Ursächlich für die ungleichmäßige Verteilung ist die Besetzung der Rettungsmittel: Für

den Rettungshubschrauber werden ausschließlich Fachärzte eingesetzt, während das Notarzteinsatzfahrzeug von beiden Notarztgruppen besetzt wird (insgesamt: Assistenzärzte 38,88 %, Fachärzte 61,11 %). Bei kritischen Krankheitsbildern und schweren Traumata, die eine Behandlung in speziellen Zentren erfordern, wird wegen der zu absolvierenden Distanz zur Zielklinik der Rettungshubschrauber entsendet. Dies spiegelt sich in den höheren Fallzahlen der Fachärzte wider.

Weiterhin wurde die Frage untersucht, ob das Geschlecht des Notarztes Auswirkungen auf die Qualität der Analgesie hat. Die vorliegende Arbeit wertet dazu die analgetische Therapie von 52 Notärzten aus, von denen 25 % weiblichen und 75 % männlichen Geschlechts sind.

Auch diese Frage wurde in der Forschung bisher wenig untersucht. Siriwardena et al. (2019) beschäftigten sich retrospektiv mit dem Einfluss des Geschlechts und der Qualifikation von Paramedics auf die prähospitalen Schmerztherapie. Die Autoren werteten hierzu die Daten von 4.773 Patienten aus und konnten weder für der Wahl des Analgetikums noch für die Effektivität der Schmerztherapie signifikante geschlechtsbezogene Unterschiede feststellen. Eine Reduktion des Schmerzlevels von ≥ 2 Punkten auf der NRS wurde als effektiv gewertet. Das Resultat von Siriwardena et al. (2019) ist wenig überraschend. Die Paramedics in Großbritannien unterliegen verbindlichen Leitlinien (standing orders), ähnlich der SOPs deutscher Rettungsassistenten/Notfallsanitäter, allerdings mit deutlich mehr Kompetenzen. Die Auswahl der Medikamente war dabei begrenzt und die Dosierungen vorgegeben, sodass kein Unterschied in der Behandlung zu erwarten war.

Albrecht et al. (2013) sind die einzigen Autoren, die sich in Bezug auf Notärzte mit der Geschlechterfrage beschäftigt haben. In ihrer retrospektiven Studie werteten sie Daten im Bereich der Traumatherapie von 1.202 Patienten aus 10 Jahren Flugrettung aus. Die Behandlung erfolgte durch 77 Notärzte, 27 % von ihnen waren weiblich. Oligoanalgesie wurde hier definiert mit einem Schmerzlevel > 3 Punkten auf der NRS bei der Ankunft im Krankenhaus. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass das weibliche Geschlecht einen Risikofaktor für eine Oligoanalgesie darstellte und die Patienten von Notärztinnen doppelt so häufig mit einem hohen Schmerzniveau im Krankenhaus ankamen, als bei einer Behandlung durch männliche Kollegen.

Die vorliegende Studie kommt hingegen zu dem Ergebnis, dass die weiblichen Notärzte einen statistisch relevanten Vorteil für die Effektivität der Schmerztherapie haben ($p = 0,007$). Mit einer Schmerzreduktion von im Median 5 (3, 6) Punkten auf der NRS liegen die Notärztinnen 1 Punkt vor den männlichen Kollegen, die im Median nur 4 (3, 5) Punkte erreichen. Das Resultat von Albrecht et al. (2013) kann somit nur in Teilen Bestätigung finden. Im Gesamtbild kommt es bei 17 % der traumatischen Einsätze von weiblichen Notärzten zu einem finalen Wert > 3 Punkten auf der NRS, während die Therapie der männlichen Notärzte nur in 9,9 % der Fälle zu einer Oligoanalgesie führt. Nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung erreichen die Patienten von weiblichen Notärzten die Klinik deutlich häufiger in einem stark schmerzgeplagten Zustand. Wendet man hingegen die Kriterien von Albrecht et al. (2013) an und betrachtet nur die Daten der Flugrettung, weisen die Notärztinnen mit 6,6 % Oligoanalgesie sogar ein besseres Ergebnis vor als ihre männlichen Kollegen mit 8,6 %.

Der Pool der Notärzte auf dem RTH bestand 2018 aus 17 Männern und nur 4 Frauen. Der geringe Stichprobenumfang der Notärztinnen schwächt hier die Aussagekraft der Evidenz.

Bewertet man die Effektivität der Analgesie in der Traumatherapie nach dem Geschlecht hinsichtlich der absoluten Reduktion der Werte auf der NRS, erweist sich die Schmerztherapie der weiblichen Notärzte als führend. Mit einer Reduktion des Schmerzniveaus um im Median nur 4 (3, 5) Punkte auf der NRS sind die Notärzte den Notärztinnen hier unterlegen, die eine Minderung um 5 (3, 7) Punkte erzielen. Dieser Unterschied in der Effektivität der Schmerztherapie ist statistisch relevant ($p = 0,002$). Betrachtet man hingegen das finale Schmerzlevel bei der Ankunft im Krankenhaus, geben 90,1 % der von männlichen und nur 83 % der von weiblichen Notärzten therapierten Patienten einen Wert < 4 auf der NRS an. Demzufolge haben mehr Patienten von männlichen Notärzten nach der Behandlung ein Schmerzlevel erreicht, das keiner weiteren Analgesie mehr bedarf. Weibliche und männliche Notärzte greifen bei Traumatata bevorzugt zu einer analgetischen Therapie mit Fentanyl. Bei der Dosierung des Opioids kann man keinen relevanten Unterschied finden. Männliche Notärzte applizieren im Median 0,2 (0,1, 0,25) mg, weibliche Notärzte 0,2 (0,1, 0,3) mg.

In der analgetischen Therapie des akuten Koronarsyndroms kann hinsichtlich des Geschlechts des Notarztes kein Unterschied bei der Effektivität festgestellt werden. Weibliche Notärzte erzielen eine Schmerzreduktion von im Median 3 (2, 5,25) Punkten auf der NRS, die männlichen Notärzte kommen mit einer Verbesserung von 3 (2, 4) Punkten auf ein fast identisches Ergebnis. Die analgetische Therapie der weiblichen Notärzte erreicht sowohl in der Monotherapie mit Morphin als auch in der kombinierten Gabe mit Aspirin eine Reduktion der NRS um 3 Punkte. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei den männlichen Notärzten ein statistisch relevanter Vorteil für die kombinierte Analgesie mit Aspirin ($p = 0,022$). Während die Notärzte mit dem Nicht-Opioid eine Verbesserung des Schmerzniveaus um im Median 4 Punkte auf der NRS erzielen, erreichen sie ohne Aspirin lediglich eine Reduktion des Schmerzniveaus um mediane 2 Punkte. Die Empfehlung einer zusätzlichen Gabe von Aspirin in der Leitlinie bezieht sich allerdings nicht auf den analgetischen Effekt, sondern auf die Hemmung der Thrombozytenaggregation. Dennoch hat sie, zumindest in der Therapie der männlichen Notärzte, einen relevanten Einfluss auf die Analgesie. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse der männlichen Notärzte stellt man jedoch fest, dass die applizierte Dosis von Morphin in der Kombinationstherapie mit Aspirin, mit medianen 5 mg, höher ausfällt als bei einer Monotherapie, mit im Median 4 mg. Unabhängig vom Geschlecht wird in dieser Studie leitlinienkonform im Median 250 mg Aspirin angewendet.

In der Therapie des akuten Abdomens und der Behandlung von Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma kann zwischen den weiblichen und den männlichen Notärzten kein statistisch relevanter Unterschied bei der Analgesie festgestellt werden. Die männlichen Notärzte erzielen bei der Behandlung des akuten Abdomens im Median eine Reduktion von 5 (4, 6) Punkten auf der NRS. Sie erreichen somit einen kleinen Vorteil gegenüber ihren Kolleginnen, die nur eine Verbesserung um im Median 4,5 (2,25, 6) Punkte erzielen. Ein möglicher Grund hierfür kann darin gesehen werden, dass die weiblichen Notärzte nur selten zu der Dreierkombination von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin greifen, die eine der effektivsten Therapiemöglichkeiten von Beschwerden des akuten Abdomens darstellt. Sie wählen stattdessen am häufigsten die kombinierte Gabe von Metamizol und Butylscopolamin, die in dieser Studie bei der Effektivität an der vorletzten Stelle steht.

In der Therapie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen zeigt die Behandlung der männlichen Notärzte einen Vorteil. Mit einer Schmerzreduktion von im Median 5 (4, 7) Punkten auf der NRS liegen sie in der Effektivität der Schmerztherapie einen Punkt vor den weiblichen Kollegen, die nur eine Verbesserung des Schmerzniveaus um 4 (3, 8) Punkte erzielen. Beide Geschlechter greifen am häufigsten zu einer Analgesie mit Fentanyl, die jedoch in der Effektivität hinter der kombinierten Gabe von Esketamin und Midazolam sowie Morphin zurücksteht. Eine mögliche Ursache für das schlechtere Abschneiden der Notärztinnen ist, dass die Kombination von Esketamin und Midazolam von ihnen nicht verwendet wird, obwohl es sich hierbei um die effektivste analgetische Therapie bei Rückenschmerzen ohne Trauma handelt. Der Verzicht auf die Applikation von Esketamin und Midazolam kann aus Sicht der Autorin nicht auf eine mangelnde Erfahrung der weiblichen Notärzte zurückgeführt werden. Es ist eher anzunehmen, dass hier taktische Gründe im Vordergrund stehen, da die Kombination von Esketamin und Midazolam die Kooperativität auf psychischer und physischer Ebene deutlich stärker einschränkt als alle anderen Medikamente, die in dieser Studie im Rahmen von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen eingesetzt werden.

Die weiblichen Notärzte werden hier nur durch 7 Fälle repräsentiert, wovon in 6 Fällen Fentanyl angewendet wird. Die männlichen Notärzte sind hingegen mit einem Stichprobenumfang von 33 vertreten, wobei in 23 Fällen zu Fentanyl gegriffen wird. Bei der Behandlung mit Esketamin und Midazolam, Morphin sowie Paracetamol liegt die Fallzahl bei jeweils 2 Patienten. Metamizol wird in 4 Fällen angewendet. Durch die ungleiche Verteilung und den sehr kleinen Stichprobenumfang der einzelnen Therapieoptionen, wird die Aussagekraft der Ergebnisse stark eingeschränkt.

Insgesamt kann man festhalten, dass die weiblichen Notärzte die effektivere Analgesie durchführen. Allerdings ist die Streuung für alle 4 Diagnosen bei den Notärztinnen stärker ausgeprägt als bei den männlichen Kollegen. Anhand der Gesamtzahl von nur 13 Notärztinnen gegenüber 39 Notärzten kann man im Vergleich mit den männlichen Kollegen eher auf größere Qualitätsunterschiede bei der Behandlung der einzelnen weiblichen Notärzte schließen. Außerdem sollte auch hier die ungleichmäßige Verteilung der Einsatzzahlen zwischen männlichen und weiblichen Notärzten berücksichtigt werden.

Die Applikation von Opioiden ist auch in der prähospitalen Therapie etabliert. Mit Morphin, Fentanyl, Piritramid und Sufentanil wenden die Notärzte in dieser Studie sehr potente Analgetika an. 67,7 % der Notärzte greifen am häufigsten zu Fentanyl, gefolgt von Morphin mit 30,4 %. Piritramid und Sufentanil werden nur im Rahmen von Luftrettungseinsätzen mit einem Anteil von 1,5 % bzw. 0,4 % im untersuchten Patientenkollektiv angewendet. Die Wirkung von Piritramid tritt mit einer Anschlagzeit von 10-20 Minuten erst verzögert ein, während Sufentanil nur für medizinische Maßnahmen zugelassen ist, die eine Intubation und Beatmung indizieren oder sich auf eine epidurale Verabreichung beziehen. Somit sind Piritramid und Sufentanil nicht die 1. Wahl zur Behandlung von starken Akutschmerzen ohne Narkoseinduktion, weshalb sie auch nicht zu den standardmäßig vorgehaltenen Medikamenten der in dieser Arbeit ausgewerteten Rettungsmittel gehören. Die Daten zeigen eine seltene Anwendung dieser Opioiden im Rahmen der Luftrettung auf. Dabei ist davon auszugehen, dass der Notarzt des RTHs hier die Medikation des primär behandelnden, bodengebundenen Kollegen dokumentiert bzw. dessen Applikation fortgesetzt hat.

Fentanyl ist 100-fach potenter als Morphin und wird deshalb gerne für die Analgesie bei starken Schmerzen eingesetzt. Im direkten Vergleich belegten Galinski et al. (2005) in ihrer randomisierten Doppelblindstudie, dass Fentanyl in der prähospitalen Behandlung von starken Schmerzen bei allen Diagnosen nicht effektiver war als Morphin. Die Ergebnisse dieser Arbeit können das Resultat von Galinski et al. nicht stützen. Es zeigt sich ein statistisch relevanter Unterschied in der Effektivität der Analgesie ($p < 0,001$). Fentanyl erzielt eine Reduktion der NRS von im Median 5 Punkten, während Morphin nur eine Verbesserung von 3 Punkten bewirkt.

Opioide haben ein umfangreiches Nebenwirkungsprofil, das mit Atemdepression und Übelkeit relevante Auswirkungen auf den Gesundheitszustand des Patienten haben kann. Es sollte deshalb immer die kleinste schmerzlindernd wirksame Dosis verabreicht werden. Daher wird empfohlen das Opioid mit einem Nicht-Opioid-Analgetikum zu kombinieren. In dieser Studie erhalten 87,3 % der Patienten eine opioidbasierte Analgesie. 69,2 % von ihnen werden nur mit dem Opioid, 30,8 % mit einer Kombination von einem Opioid und einem Nicht-Opioid therapiert.

McDaid et al. (2010) werteten für einen Vergleich der Effektivität einer Monoanalgesie mit einem Opioid mit einer Kombinationstherapie von einem Opioid und einem Nicht-

Opioid 60 Untersuchungen aus. Dabei stellten sie fest, dass Morphin in einer signifikant niedrigeren Dosis verwendet werden konnte, wenn es in einer Kombination mit Paracetamol, einem NSAID oder einem COX-2-Inhibitor verabreicht wurde. Die Ergebnisse der Autoren beziehen sich dabei auf die postoperative Schmerztherapie und nicht auf die prähospitalen Analgesie, wie die der vorliegenden Arbeit. Ein direkter Vergleich ist somit nicht bei allen Kombinationen möglich. Im Rettungsdienst wird nicht auf COX-2-Inhibitoren zurückgegriffen und für die kombinierte Gabe eines Opioids mit Paracetamol liegen in den ausgewerteten Einsatzprotokollen keine ausreichenden Fallzahlen vor. Die einzigen vergleichbaren Kollektive in dieser Studie sind die im Rahmen des akuten Koronarsyndroms erfolgte Kombination von Morphin mit Aspirin und die in der Therapie des akuten Abdomens verwendete Kombination von Fentanyl mit Metamizol und Butylscopolamin. Die Auswertung der Daten kann die Aussage von McDaid et al. (2010) stützen. Es zeigt sich ein statistisch relevanter Vorteil ($p = 0,013$) für die Effektivität der Kombination von Morphin und Aspirin. In der Kombinationstherapie werden jedoch höhere Dosen an Morphin verwendet als in der Monotherapie, wodurch der positive Einfluss von Aspirin auf die Effektivität der Analgesie mit Morphin in Frage gestellt werden muss.

In der Therapie des akuten Abdomens können die Daten der Triple-Therapie von Fentanyl mit Butylscopolamin und Metamizol mit denen der Monotherapie mit Fentanyl verglichen werden. Dabei zeigt sich, dass Fentanyl in einer Triple-Kombination mit im Median 0,2 (0,1125, 0,2) mg höher dosiert wird als bei einem Einsatz als Monoanalgetikum, bei dem die Applikationsdosis nur bei 0,15 (0,1, 0,2) mg liegt. Dieser Unterschied in der Dosierung ist allerdings statistisch nicht relevant ($p = 0,334$). Die Effektivität ist bei beiden Therapieformen annähernd gleich. Die Triple-Therapie erzielt eine Reduktion des Schmerzniveaus um im Median 6 (4,25, 6,75) Punkte und auch mit der Monotherapie kann eine Verbesserung um 6 (4,75, 6,25) Punkte auf der NRS erreicht werden.

Marret et al. (2005) werteten 22 randomisierte Studien aus und stellten dabei fest, dass die Kombination von Morphin mit einem NSAID die Inzidenz von Übelkeit, Erbrechen und PONV sowie das Ausmaß der Sedierung signifikant reduzieren konnte. Eine Kombination mit NSAIDs oder COX-2-Inhibitoren führte nach Einschätzung der Autoren zu einem signifikant besseren Ergebnis als die kombinierte Gabe mit Paracetamol. Zwi-

schen NSAIDs und COX-2-Inhibitoren konnten sie dabei keinen signifikanten Unterschied feststellen. Auch wenn eine Kombination von einem Opioid und einem Nicht-Opioid zu keiner nennenswerten Schmerzreduktion führte, konnte sie doch die opioidbedingten Nebenwirkungen senken. Dieser Aspekt der unerwünschten Medikamenten-Nebenwirkungen ist in den vorliegenden Einsatzprotokollen allerdings nicht dokumentiert und kann daher für diese Arbeit nicht ausgewertet werden.

Die hier vorgestellten Ergebnisse führen in der allgemeinen Betrachtung zu keinem Unterschied in der Effektivität einer Monotherapie verglichen zu einer Kombinationstherapie. Beide Strategien ermöglichen im Median eine zufriedenstellende Reduktion des Schmerzniveaus um 4 Punkte auf der NRS. Die Effektivität entspricht in der präklinischen Praxis nicht der Anwendungshäufigkeit, was eine nähere Betrachtung der einzelnen Diagnosen unumgänglich macht. Im Bereich der Traumatherapie werden 87,3 % der Patienten mit einer Monotherapie eines Opioids behandelt und bei Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma sind es sogar 87,5 %. Im Unterschied dazu greifen die Notärzte beim akuten Koronarsyndrom in 69,6 % und in der Therapie des akuten Abdomens in 60 % zu einer Kombinationstherapie von einem Opioid und einem Nicht-Opioid.

Unter dem Gesichtspunkt der Effektivität ist die Kombinationstherapie bei den Traumapatienten und dem akuten Koronarsyndrom erfolgreicher, während bei der Behandlung von Rückenschmerzen ohne vorangegangenes Trauma die Monotherapie besser abschneidet. Dabei ist allerdings eine Limitation der Aussagekraft durch die ungleichmäßige Verteilung der Fallzahlen zu beachten. Lediglich im Rahmen der Analgesie von Patienten mit einem akuten Abdomen kann die Monotherapie mit Fentanyl und die Kombination von Fentanyl mit Metamizol und Butylscopolamin als gleichwertig effektiv bewertet werden.

Gausche-Hill et al. (2014) verfassten eine Leitlinie mit konkreten Empfehlungen für die Behandlung von traumatischen Notfällen im US-amerikanischen Raum. Bei der analgetischen Therapie sprachen sich die Autoren für eine starke Empfehlung der intravenösen Analgesie mit Morphin (0,1 mg/kg KG) oder Fentanyl (1,0 µg/kg KG) aus. Auch die Notärzte in der vorliegenden Studie orientieren sich in der Auswahl des Analgetikums bei traumatischen Notfällen an dieser Empfehlung. Mit 79,5 % wird Fentanyl mit Abstand am häufigsten zur Analgesie verwendet. Morphin liegt mit nur 7,6 % dahinter

und auf den dritten Platz der Anwendungshäufigkeiten kommt die Kombinationstherapie von Fentanyl, Esketamin und Midazolam mit 6,1 %.

Gemessen an der Anzahl der Anwendungen ist Fentanyl das Medikament der ersten Wahl. Es wird in 86,7 % der Fälle als Monoanalgetikum appliziert und in 13,3 % der Fälle in einer Kombinationstherapie mit einem Nicht-Opioid. Bei einem Vergleich der Monotherapie von Fentanyl mit einer Kombinationstherapie von Fentanyl, Esketamin und Midazolam hat der Unterschied in der Therapieform weder einen Einfluss auf die Dosis noch auf die Effektivität. Mit einer Dosierung von im Median 0,2 mg, sowohl bei der Monotherapie als auch bei der Kombinationstherapie, kann gleichermaßen eine Verbesserung des Schmerzniveaus um im Median 5 Punkte auf der NRS erzielt werden.

Für die Behandlung von traumatischen Einsätzen mit mindestens einem Opioid, zeigt sich ein statistisch relevanter Vorteil für die Kombinationstherapie ($p = 0,049$). Obwohl die überwiegende Mehrzahl der Notärzte bei der Traumabehandlung eine Monotherapie bevorzugt (87,3 %), hat die Kombinationstherapie im direkten Vergleich einen eindeutigen Vorteil. Wird nur ein Opioid verwendet, fällt die Schmerzreduktion im Median mit 4 (3, 6) Punkten auf der NRS niedriger aus, als wenn eine Kombinationstherapie gewählt wird, die eine Verbesserung um im Median 5 (4, 7) Punkte auf der NRS erreicht. Dabei können wegen des Ausschlusses der Einsätze mit Narkoseinduktion einige Fälle der Kombinationstherapie nicht berücksichtigt werden.

Morphin wird im Rahmen der analgetischen Therapie bei Trauma ausschließlich als Monotherapie verabreicht. Mit einer Reduktion um im Median 5,5 Punkte auf der NRS erweist es sich hier als das effektivste Analgetikum. Fentanyl sowie Esketamin und Midazolam erzielen mit einer Verbesserung der Schmerzskala im Median um 5 Punkte die zweithöchste Effektivität. Mit einer Linderung der Schmerzen um mediane 4,5 Punkte erreicht die Kombination von Fentanyl, Esketamin und Midazolam in der Effektivität den dritten Platz. Die großen Unterschiede in der Fallzahl erschweren jedoch auch hier die Beurteilung der Rangbildung: In der Traumatherapie werden nur 20 Patienten mit Morphin behandelt, während 209 Patienten Fentanyl erhalten. Die Kombinationstherapie von Esketamin und Midazolam wird nur bei 4 Patienten eingesetzt, die kombinierte Gabe von Fentanyl, Esketamin und Midazolam bei 16 Patienten, die im Einsatzverlauf keine Vollnarkose erhalten.

Die Diskrepanz zwischen der Effektivität und der Frequenz in der Anwendung macht deutlich, wie wichtig konkrete Empfehlungen sind. Die S3 Leitlinie „Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung“, die in der aktuellen Form noch bis zum 30.06.2021 gültig ist, bleibt dem Leser klare Richtlinien für die Analgesie schuldig. Die Herausgeber sind sich dieses Problems bewusst und planen für die nächste Überarbeitung ein neues Kapitel zum Thema Analgesie (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, 2016).

In der Therapie des akuten Koronarsyndroms wird die Kombinationstherapie bevorzugt gewählt und zeigt sich auch als die effektivere Option. In dieser Studie erfolgt die kombinierte Gabe von Morphin und Aspirin zu 69,6 %. Die Europäische Gesellschaft für Kardiologie (ESC) empfiehlt Aspirin zur Hemmung der Thrombozytenaggregation als eine Ia Empfehlung und die Analgesie mit Morphin als eine IIa Empfehlung. Unabhängig von der gewünschten antikoagulatorischen Wirkung, sollte die Kombinationstherapie auch eine positive Auswirkung auf die Effektivität der Analgesie und evtl. auch auf die benötigte Dosis des Opioids haben, was sich mit den vorliegenden Daten belegen lässt. Die Kombination von Morphin und Aspirin ergibt im Vergleich zu einer Monotherapie mit Morphin einen statistisch relevanten Vorteil in der Effektivität ($p = 0,013$). Die Schmerzen können durch eine kombinierte Gabe im Median um 4 (2, 5) Punkte auf der NRS gesenkt werden, während die singuläre Applikation von Morphin im Median nur eine Verbesserung von 3 (2, 4) Punkten bewirkt. Im Hinblick auf die Dosierung zeigt sich allerdings ein überraschendes Ergebnis. In den Fällen in denen eine Kombinationstherapie angewendet wird, ist die applizierte Menge an Morphin mit einem Median von 4,5 mg größer als bei einer Monotherapie mit Morphin mit im Median nur 4 mg. Dieses Ergebnis ist allerdings statistisch nicht relevant ($p = 0,054$). Es kann nicht abschließend geklärt werden, ob die höhere Effektivität der Kombinationstherapie auf die höhere Dosis von Morphin oder auf die kombinierte Gabe mit Aspirin zurückzuführen ist.

Die Krankheitsbilder, die unter dem Beschwerdebild des akuten Abdomens zusammengefasst werden, sind vielfältig. Ebenso zahlreich sind die Medikamente und deren Kombinationsmöglichkeiten für eine Analgesie. Außer der Monotherapie mit Metamizol und der Kombination aus Metamizol und Butylscopolamin, enthält jede in dieser Studie verwendete Medikation ein Opioid.

Villain et al. (2013) werteten Fragebögen von 459 in Deutschland tätigen Viszeralchirurgen aus. Dabei wurde als häufigstes Schmerzmittel für die Analgesie bei einem akuten Abdomen Metamizol mit 79 % genannt, gefolgt von potenten Opioiden mit 40 %. 82 % der Befragten waren der Meinung, dass eine frühzeitige Applikation von Analgetika im Allgemeinen jedoch die Diagnosefindung erschwert. In der vorliegenden Studie kann nicht nachvollzogen werden, ob die Analgesie die weitere Diagnostik negativ beeinflusst, da keine Rückmeldung aus dem Krankenhaus dokumentiert ist. Die singuläre Anwendung von Metamizol belegt jedoch mit nur 1,8 % den letzten Platz. Die Notärzte verwenden mit 37,2 % am häufigsten eine Kombination aus Metamizol und Butylscopolamin. In der Rangfolge danach kommt mit Fentanyl ein potentes Opioid (23,3 %), gefolgt von der Kombination aus Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin (18,6 %).

Gloor et al. (2016) empfehlen in ihrem Handbuch für die Analgesie bei akutem Abdomen die Anwendung von Paracetamol, Butylscopolamin und Metamizol. Opiode haben einen negativen Einfluss auf den Magen-Darm-Trakt und die Sphinktere und sind somit zu vermeiden. Wie bereits erwähnt, erfolgt die Analgesie der Patienten in dieser Studie zu 40 % ausschließlich durch ein Opioid oder im Rahmen einer Kombinationstherapie aus einem Opioid und einem Nicht-Opioid. Eine Erhöhung des Sphinkter-Tonus oder ein Spasmus können hier wegen des Mangels an verfügbaren Daten weder bestätigt noch widerlegt werden. Das Schmerzlevel wird nach der Verwendung von Opioiden von keinem Patienten als aggraviert eingestuft. Allerdings sollte man hier bedenken, dass in den meisten Fällen das unspezifische Krankheitsbild des akuten Abdomens nicht näher klassifiziert und auch nach der klinischen Diagnostik im Krankenhaus die finale Diagnose nicht ergänzt wird. Deshalb kann nicht abschließend geklärt werden, ob die Anwendung von Opioiden indiziert gewesen ist. Möglicherweise filtert der erfahrene Notarzt die meisten kritischen Fälle heraus und veranlasst dann die Anwendung von Opioiden nur bei den geeigneten Fällen.

Bei einer genaueren Betrachtung der Effektivität der Analgesie zeigt sich, dass im vorliegenden Patientenkollektiv eine Behandlung mit dem Opioid Fentanyl und die Kombinationstherapie von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin gleichermaßen wirksam und im Vergleich zu den anderen Analgetika am effektivsten ist. Beide Therapieoptionen senken das Schmerzniveau im Median um 6 Punkte auf der NRS und können deshalb als höchst effektiv eingestuft werden. Die Kombination von Metamizol und

Butylscopolamin, die in dieser Studie von den Notärzten am häufigsten angewendet wird, hat eine deutlich schlechtere Wirksamkeit und senkt das Schmerzlevel um lediglich 3,5 Punkte auf der NRS. Vergleicht man die Effektivität der Analgesie von Metamizol und Butylscopolamin mit der von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin, bzw. von Fentanyl allein, ergibt sich ein statistisch relevanter Unterschied ($p = 0,017$).

Von der Kombinationstherapie mit einem Opioid und einem Nicht-Opioid wird erwartet, dass das Opioid niedriger dosiert werden kann als bei einer Monotherapie. Die Auswertung der vorliegenden Daten kommt jedoch zu einem überraschenden Ergebnis. Betrachtet man diesen Kasus für Fentanyl bei akutem Abdomen, liegt der Median der verwendeten Dosis bei einer singulären Gabe bei 0,15 (0,1, 0,2) mg und ist somit niedriger als bei einer Kombinationstherapie von Fentanyl, Metamizol und Butylscopolamin mit 0,2 (0,1125, 0,2) mg. Der Unterschied ist statistisch jedoch nicht relevant ($p = 0,334$). Beide Therapieoptionen sind in der Effektivität gleichwertig und erzielen eine Verbesserung um mediane 6 Punkte auf der NRS. Die Ursache für den Bedarf einer höheren Dosis des Opioids in der Kombinationstherapie kann retrospektiv nicht mehr nachvollzogen werden. Den vorliegenden Einsatzprotokollen kann nicht entnommen werden, welches Medikament in der Kombinationstherapie zuerst verabreicht wurde. Wahrscheinlich ist der Effekt des primär verabreichten Analgetikums auch nach einer Steigerung der Dosis ineffektiv, sodass der Notarzt gezwungen ist die analgetische Therapie zu erweitern. Mit einer Fallzahl von 10 Patienten in der Monotherapie von Fentanyl und 8 Datensätzen in der Kombinationstherapie, ist der Stichprobenumfang zwar annähernd gleich verteilt, die Aussagekraft aber durch die geringe Anzahl in beiden Gruppen eingeschränkt. Man kann vermuten, dass bei dieser Fallzahl die Dosierung von Fentanyl zufällig gewählt wurde, und nicht in einem kausalen Zusammenhang mit der Einteilung in Mono- oder Kombinationstherapie steht.

Die Volkskrankheit Rückenschmerz verzeichnet in dieser Studie, mit einem Median von 8 Punkten auf der NRS, den höchsten Leidensdruck vor der Therapie, gemeinsam mit der Diagnose des akuten Abdomens. Die absolute Mehrheit der Patienten wird hier mit einem der stärksten Analgetika behandelt: 72,5 % der Notärzte wenden eine Monotherapie mit Fentanyl an. Die Kombinationstherapie von Esketamin und Midazolam wird, wie die Anwendung von Morphin oder Paracetamol, nur in jeweils 5 %

der Fälle verwendet. Metamizol findet immerhin in 10 % aller Einsätze mit Rückenschmerzen ohne Trauma Anwendung. Als das potenteste Opioid erzielt Fentanyl dennoch nicht die effektivste Analgesie, sondern die Kombination von Esketamin und Midazolam, mit einer Verbesserung des Schmerzlevels um 6,5 Punkte im Median erweist sich als effektiver. Fentanyl liegt mit einer Reduktion von im Median 5 Punkten dahinter, zusammen mit Perfalgan. Obwohl Morphin formal 100-mal weniger potent ist als Fentanyl, muss es hier mit einer Verbesserung des Schmerzniveaus um mediane 5,5 Punkten auf der NRS als potenter als Fentanyl eingestuft werden, sodass es im Kontext das zweit wirkungsvollste Medikament ist. Allerdings sollte auch hier das initiale Schmerzniveau berücksichtigt werden: Fentanyl wird bei einem medianen NRS-Wert von 8 Punkten verabreicht. Die Therapie mit Morphin erfolgt bei initial medianen 6 Punkten auf der NRS. Da sich das Ausmaß der NRS-Reduktion nur um 0,5 Punkte unterscheidet und Fentanyl bei deutlich stärkeren Ausgangsschmerzen verabreicht wird, ist die oben genannte Rangfolge nur bedingt verwertbar.

Interessanterweise hat die Qualifikation des Notarztes in diesem Zusammenhang einen deutlichen Einfluss auf die Dosierung und die Effektivität von Fentanyl. Die Assistenzärzte greifen im Median zu 0,225 (0,1625, 0,3375) mg des Opioids und erzielen dabei eine Schmerzreduktion von medianen 6 Punkten auf der NRS, während die Fachärzte mit nur 0,2 (0,125, 0,325) mg lediglich eine Verbesserung um im Median 4 Punkte erreichen. Auf Grund des prozentual deutlich stärkeren Anteils von Fachärzten fällt im Gesamtbild die zurückhaltende Dosierung mit dem schlechteren Ergebnis stärker ins Gewicht, wodurch Fentanyl insgesamt weniger effektiv erscheint. Außerdem sollte erwähnt werden, dass bei der Therapie mit Esketamin und Midazolam sowie mit Morphin, mit jeweils nur 2 Patienten, eine sehr geringe Fallzahl vorliegt. Angesichts des Ergebnisses kann man hier insofern nicht auf reproduzierbare Werte schließen. Deshalb ist auch die Rangfolge für die Effektivität der Analgetika nur eingeschränkt zu verwerten.

Neben der im Umfang teilweise zu geringen und vor allem ungleichmäßigen Verteilung der Stichprobe, bilden auch die Angaben zur Dosierung eine potentielle Fehlerquelle für die Ergebnisse in dieser Arbeit. Unregelmäßigkeiten in der Dokumentation erschweren hier die Vergleichbarkeit. Das Gewicht des Patienten wird in den Notarzt-Einsatzprotokollen nur sporadisch dokumentiert und ein Bezug auf die Konstitution fehlt in der Regel völlig. Auch antizipierte Nebenwirkungen können ursächlich für die

Wahl einer geringeren Dosis sein, aber auch sie sind aus dem Einsatzprotokoll nicht ersichtlich. Da dies wichtige Einflussfaktoren für die Dosierung von Medikamenten sind, kann nicht auf die pharmazeutisch empfohlene Dosis pro Kilogramm geschlossen werden. Der direkte Vergleich bietet somit nicht die gewünschte Aussagekraft. Auch die Erfassung der Schmerzintensität nach NRS birgt Fehlerpotenzial. Die Einstufung der Schmerzintensität erfolgt subjektiv und fällt bei einem direkten Vergleich von zwei Patienten mit identischen Bedingungen nicht zwangsläufig gleich aus.

Deshalb sollte bei der Interpretation der Effektivität einer Schmerztherapie das initiale Schmerzniveau nicht vernachlässigt werden. Der 1. Wert, der vom Rettungsdienst noch vor der Einleitung einer analgetischen Therapie erfasst wird, wird von 90,3 % der in dieser Studie selektierten Patienten mit einem Schmerzniveau ≥ 4 Punkte auf der NRS angegeben. Bei 9,7 % der eingeschlossenen Patienten erfolgt eine medikamentöse Schmerztherapie trotz eines vergleichbar geringem Schmerzniveaus von < 4 Punkten auf der NRS. Das Schmerzempfinden scheint dabei bei nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen am höchsten zu sein: 97,5 % Patienten geben ein Level ≥ 4 Punkte auf der NRS an, was im Median 8 (7, 9,75) Punkten entspricht. Auf einem vergleichbaren Niveau liegen etwa Patienten mit der Diagnose des akuten Abdomens. Hier sind es 94,2 % der Patienten, die 4 Punkte oder mehr auf der NRS (im Median 8 [7, 9] Punkte) angeben. In der Traumatherapie dokumentieren 90,3 % der Notärzte das initiale Schmerzniveau mit ≥ 4 Punkten auf der NRS (im Median 7 [5, 8] Punkte). Auf dem niedrigsten initialen Schmerzniveau liegen die Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom. Hier stufen 86,7 % die Schmerzen mit ≥ 4 Punkten auf der NRS ein (im Median 5 [4, 6] Punkte).

Der letzte Wert für das Schmerzniveau, der auf dem Notfallprotokoll dokumentiert ist, wird bei der Ankunft im Krankenhaus erhoben. Ein Wert < 4 Punkten auf der NRS bedeutet, dass keine weitere Analgesie notwendig ist, wodurch die bis dahin erfolgte Schmerztherapie als effektiv eingestuft wird. Im Gesamtbild kann bei 85,8 % der Patienten ein Schmerzscore < 4 Punkten auf der NRS erreicht werden. Teilt man das Ergebnis nach der Qualifikation der Notärzte auf, geben 79,6 % der von Assistenzärzten und 88,1 % der von Fachärzten betreuten Patienten in der Einstufung ihres Schmerzlevels nach der Behandlung weniger als 4 Punkte an. Die Rangfolge der Diagnosen unterliegt hier einer ähnlichen Reihenfolge wie das initiale Schmerzlevel. Dem niedrigen Ausgangsniveau der Schmerzintensität von Patienten mit einem akuten

Koronarsyndrom entsprechend geben 93 % von ihnen bei der Ankunft in der Klinik ein Schmerzniveau unter 4 Punkte an. In der Traumatherapie sind es nur 88,6 %. Patienten, die unter einem akuten Abdomen oder nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen leiden, liegen beim initialen Schmerzniveau an der Spitze und verbleiben auch auf einem höheren Level. Das akute Abdomen kann nur bei 71,2 % der Patienten eine Verbesserung der Schmerzen auf unter 4 Punkte erzielen. Die Schmerztherapie von Patienten mit Rückenschmerzen, die nicht durch ein Trauma verursacht sind, schafft es nach der abgeschlossenen prähospitalen Behandlung lediglich in 70 % der Fälle auf ein Schmerzlevel unter 4 Punkten auf der NRS. Mit einem Schmerzniveau von im Median 3 (2, 4) Punkten auf der NRS bei der Ankunft im Krankenhaus, liegen daher die Patienten mit nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen und akutem Abdomen im Ergebnis hinter den anderen Diagnosen zurück.

In der abschließenden Beurteilung der Effektivität der analgetischen Therapie muss zwischen der absoluten und der relativen Schmerzreduktion unterschieden werden. Gemessen in absoluten Werten erzielen die Notärzte mit der Analgesie bei akutem Abdomen, mit im Median 5 (3, 6) Punkten und bei nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen, mit medianen 5 (4, 7) Punkten, die besten Ergebnisse. In der Traumabehandlung kann eine Verbesserung des Schmerzniveaus um im Median 4,5 (3, 6) Punkte verzeichnet werden, während die analgetische Therapie beim akuten Koronarsyndrom lediglich eine absolute Reduktion um mediane 3 (2, 5) Punkte erreicht. Betrachtet man dazu das initiale Schmerzniveau, kann bei den Krankheitsbildern akutes Abdomen und Rückenschmerzen ohne Trauma, mit den stärksten Schmerzen vor der Therapie, die größte absolute Verbesserung erreicht werden. Hinsichtlich der relativen Werten muss hingegen die Analgesie bei Trauma als Erfolgreichste bewertet werden, da das initiale Schmerzlevel um 64,3 % gesenkt werden kann. Die Schmerztherapie bei akutem Abdomen und bei nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen erzielt eine Reduktion um 62,5 %. Auch bei der relativen Schmerzreduktion liegt die analgetische Behandlung des akuten Koronarsyndroms mit einer Verbesserung von nur 60% hinter den anderen Diagnosen zurück. Bewertet man allerdings die Schmerztherapie nach dem finalen Schmerzniveau bei der Ankunft im Krankenhaus, dann erzielt die Therapie des akuten Koronarsyndroms mit einem Wert von 2 (1, 3) Punkten auf der NRS das niedrigste Schmerzlevel. Die Traumabehandlung kommt dabei auf ein Er-

gebnis von 2,5 (1, 3) Punkten auf der NRS. Den schlechtesten Wert erreicht die Analgesie des akuten Abdomens und die Analgesie von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen mit 3 (2, 4) Punkten auf der NRS.

Nach den Kriterien dieser Studie wird eine effektive Schmerztherapie mit der Reduktion des Schmerzniveaus um mindestens 3 Punkte auf der NRS definiert. In der Gesamtschau aller prähospital behandelten Patienten wird insgesamt und nach der Qualifikation der Notärzte separiert eine Reduktion der Schmerzintensität um im Median 4 Punkte erzielt, wodurch die Anforderung an eine effektive Analgesie erfüllt ist. Ungeachtet der Aufspaltung in einzelne Diagnosen, sind die Ergebnisse bei den Assistenzärzten und den Fachärzten weitgehend identisch. Die Effektivität einer analgetischen Therapie kann jedoch nicht nur anhand der absoluten Reduktion des Schmerzniveaus gemessen werden. Fällt das initiale Schmerzniveau bereits niedrig aus, kann eine Reduktion von mehr als 3 Punkten auf der NRS häufig nicht erreicht werden. Hier muss das Maß der Effektivität mit einem finalen Wert unter 4 Punkten auf der NRS festgesetzt werden, denn hier besteht definitionsgemäß kein weiterer Therapiebedarf.

Da sich diese Arbeit in der Haupthypothese mit der Qualifikation von Notärzten beschäftigt, sollte neben dem Stand der Weiterbildung auch die Fachrichtung berücksichtigt werden. In dieser Studie wird allerdings die Notarztstätigkeit ausschließlich von Assistenzärzten oder Fachärzten der Klinik für Anästhesiologie ausgeübt. Da der Fachbereich Anästhesiologie auch die Schmerztherapie umfasst, verfügen Notärzte, die aus der Anästhesiologie kommen, konsekutiv über fundiertere Kenntnisse im Bereich der Analgesie als die Kollegen anderer Fachgebiete. Der größere Erfahrungsschatz beinhaltet dabei nicht nur die Kenntnis allgemeiner Prinzipien der Schmerztherapie, sondern umfasst auch ein gewisses Maß an Sicherheit in der Anwendung von Opioiden hinsichtlich der arbeitstäglichen Nutzung im Bereich der klinischen Anästhesiologie und Intensivmedizin.

Schaller et al. (2019) untersuchten in ihrer retrospektiven Kohortenstudie den Unterschied zwischen der prähospitalen analgetischen Therapie von Anästhesisten und Chirurgen. Im Rahmen der auf Opioiden basierenden Schmerztherapie konnten die Autoren einen signifikanten Unterschied in der Anwendungshäufigkeit von Anästhesisten und Chirurgen feststellen ($p = 0,001$). Vor allem bei der Verwendung von Fentanyl,

dem am häufigsten genutzten Opioid in der Traumatherapie, zeigte sich eine signifikant höhere Nutzung durch die Anästhesisten ($p = 0,005$). Die vorliegende Studie kann keine Aussage zu einem Unterschied zwischen Anästhesisten und Chirurgen treffen, da die Notärzte hier ausschließlich Anästhesisten sind. Die Präferenz des Analgetikums kann jedoch bestätigt werden: Fentanyl ist auch hier im Rahmen der Traumatherapie das dominierende Analgetikum. Assistenzärzte und Fachärzte wenden es gleichermaßen am häufigsten an. Dabei kann man annehmen, dass die Art der Analgesie nicht an den Stand der Weiterbildung geknüpft ist, sondern eher ein fachbezogenes Problem darstellt und, wie es sich in dieser Arbeit ebenfalls gezeigt hat, an das Geschlecht des Notarztes gebunden ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ergibt sich aus der Frage, ob effektive Resultate zwingend ein Opioid erfordern. Woo et al (2005) konnten in ihrer Untersuchung zeigen, dass Perfolgan in der Therapie von Traumata der Extremitäten einen eher geringen analgetischen Effekt aufweist. Der im Rettungsdienst tätige Mediziner hört diesen Einwand häufig, wenn er für eine Analgesie nachalarmiert wird. Man muss sich allerdings fragen, ob dies ein verbreitetes Vorurteil oder ein Erfahrungswert ist. Luiz et al. (2015) untersuchten ebenfalls die Effektivität von Paracetamol beim Einsatz von Traumata der Extremitäten. Die Therapie erfolgte durch Rettungsassistenten, die legitimiert waren 1.000 mg Paracetamol als Kurzinfusion zu applizieren, wenn der NRS trotz der Basismaßnahmen über 5 Punkten lag. Das Schmerzniveau konnte dabei von initial im Median 8 (6, 8) Punkten auf der NRS auf mediane 4 (3, 7) Punkte reduziert werden. Das Ergebnis zeigte bei 51,2 % der Patienten eine Reduktion der Schmerzintensität um mindestens 3 Punkte. Außerdem zeichnete sich ein Trend ab: Je höher das initiale Schmerzniveau, umso effektiver war die Analgesie durch Paracetamol. Das Ergebnis der Autoren kann durch die vorliegende Untersuchung allerdings nicht bestätigt werden. Die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse ist zwar aufgrund der geringen Stichprobengröße von 6 Datensätzen für die Applikation von Paracetamol bei Trauma sehr eingeschränkt, aber auch hier zeichnet sich ein Trend ab. Das Ergebnis der analgetischen Therapie mit Paracetamol durch Rettungsassistenten/Notfallsanitäter wird als nicht effektiv eingestuft. Es kann nur eine Verbesserung des Schmerzlevels um 2 Punkte auf der NRS und von initial im Median 5 (5, 6,25) Punkten auf mediane 3 (2,75, 4) Punkte erreicht werden. Eine Effektivität ist nach den Kriterien der vorliegenden Studie erst bei einer Reduktion des Schmerzlevels um mindestens 3 Punkte

auf der NRS gegeben. 83,4 % der mit Paracetamol behandelten Patienten dieser Arbeit geben ein Schmerzniveau von ≤ 5 Punkten auf der NRS an. Eine analgetische Therapie war nach den Kriterien von Luiz et al. (2015) erst bei einem Wert von mehr als 5 Punkten auf der NRS indiziert und wäre dementsprechend hier nicht durchgeführt worden.

Eine größere Schmerzreduktion bei initial höherem Schmerzlevel wird in der vorliegenden Arbeit ebenfalls vereinzelt beschrieben, aber die Aussage ist wegen der geringen Fallzahl nicht valide. Die Ergebnisse von Luiz et al. (2005) und die der vorliegenden Studie bestätigen erneut die ineffektive Wirkung von Paracetamol im Vergleich zu einer Analgesie mit Esketamin und Midazolam bzw. Fentanyl. Die Freigabe von Esketamin und Midazolam zur Analgesie für Notfallsanitäter im Rahmen des Pyramidenprozesses kann daher nur bekräftigt werden.

Eine weitere Möglichkeit für eine Analgesie ohne Opioiden stellt die Applikation von Esketamin und Midazolam dar. Zu diesem Thema untersuchten Schempf, Casu und Häske (2017) in einer retrospektiven Subgruppenanalyse in Baden-Württemberg die analgetische Therapie von speziell qualifizierten Rettungsassistenten im Vergleich mit Notärzten. Der ärztliche Leiter Rettungsdienst schulte die Rettungsassistenten nach einem speziellen Algorithmus und legitimierte sie zur Anwendung von Esketamin und Midazolam bei Traumata der Extremitäten. Eine suffiziente Analgesie wurde in der Notarztgruppe in 96,9 %, in der Gruppe der Rettungsassistenten in 91,7 % der Fälle erzielt. Die hohe Effektivität von Esketamin und Midazolam kann durch die vorliegende Arbeit bestätigt werden. Die Rettungsassistenten/Notfallsanitäter sind zum Zeitpunkt der Datenerhebung zwar nicht legitimiert Esketamin und Midazolam zu applizieren, aber die Anwendung durch die Notärzte zeigt gute Ergebnisse. In der Traumatherapie kann durch die Kombination von Esketamin und Midazolam im Median eine Verbesserung der Schmerzintensität um 5 Punkte auf der NRS erzielt werden, sodass nach den Kriterien dieser Arbeit von einer effektiven Analgesie gesprochen werden kann. Die analgetische Therapie mit Esketamin und Midazolam ist hier ebenso wirkungsvoll wie die Analgesie mit Fentanyl.

Zwischenzeitlich wurden die Befugnisse der Rettungsassistenten/Notfallsanitäter in verschiedenen Bundesländern angepasst. In Rheinland-Pfalz ist z.B. am 01.09.2020

eine neue SOP in Kraft getreten, die es Rettungsassistenten/Notfallsanitätern im Rettungsdienstbereich Koblenz-Montabaur erlaubt Esketamin und Midazolam im Rahmen der Schmerztherapie ohne Arztpräsenz zu applizieren (Ärztlicher Leiter Rettungsdienst Rheinland-Pfalz et al. (2020)). Durch den Gesetzesentwurf des Bundestages zur Änderung des Notfallsanitätergesetzes vom 27.01.2021 sollen Notfallsanitäter mehr Handlungs- und Rechtssicherheit erhalten. Der Pyramidenprozess gibt invasive Maßnahmen und Notfallmedikamente vor, in denen Notfallsanitäter ausgebildet werden. Aktuell ist die Anwendung der zusätzlichen Fähigkeiten in den meisten Rettungsdienstbereichen jedoch (noch) nicht möglich. Die Ärztlichen Leiter Rettungsdienst geben Therapieoptionen durch SOPs vor, die für alle Notfallsanitäter bindend sind.

Das Notfallsanitätergesetz und der Pyramidenprozess haben den Grundstein gelegt, sodass nun noch die richtigen Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen. Die Betäubungsmittel-Verschreibungsverordnung besagt, dass die Beschaffung und Verwaltung von Opioiden derzeit nur durch approbierte Ärzte möglich ist. Eine adäquate Lösung zu finden ist schwer, da der telefonisch oder telemedizinisch betreuende Arzt physisch in der Regel nicht verfügbar ist und somit das Opioid nicht schriftlich verordnen kann.

Die Realität macht deutlich, dass Notärzte eine schwindende Ressource darstellen. Das System muss angepasst und die Verantwortung verstärkt auf die Notfallsanitäter übertragen werden. Eine Gesetzesänderung ist daher für die Zukunft unumgänglich um diesen Prozess zu realisieren und eine eigenständige Arbeit der Notfallsanitäter mit Betäubungsmitteln zu ermöglichen. Missbrauch und Diebstahl können durch das 4-Augen-Prinzip und geeignete Maßnahmen verhindert werden, wie z.B. eine übergeordnete ärztliche Kontrollinstanz, etwa durch den jeweiligen Ärztlichen Leiter Rettungsdienst.

Greb et al. publizierten bereits 2011 eine vielversprechende Studie, in der die Rettungsassistenten anhand eines vorgegebenen Algorithmus ein Behandlungskonzept für ihre Patienten erstellten und dann im Anschluss die telefonische Freigabe für die Analgesie durch einen Arzt erhielten. Die Telemedizin bildet eine Möglichkeit zur weiteren Umsetzung des Pyramidenprozesses. Rettungsassistenten/Notfallsanitäter können dabei, unter telemedizinischer Supervision durch einen Arzt, z. B. zu einer analgetischen Therapie mit Opioiden angeleitet werden. Dadurch kann Sicherheit vermittelt und die Ressource Notarzt geschont werden. Allerdings wenden sich im Ausland

bereits einige Länder wieder von einem Paramedic-geführten System ab, weil sie den positiven Einfluss der qualitativ hochwertigeren Versorgung durch Notärzte auf Morbidität und Mortalität erkannt haben. Luxem et al. stellten schon 2016 einen internationalen Umschwung zu arztbesetzten Rettungshubschraubern oder bodengebundenen Rettungsfahrzeugen fest.

Für jeden Patienten sollte eine sichere und adäquate Schmerztherapie verfügbar sein, wenn er sie benötigt. Da in den letzten Jahren die Verfügbarkeit von Notärzten flächendeckend zurückgegangen ist, muss konsequent die Verantwortung auf ein anderes Berufsbild übertragen werden. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass es keinen Unterschied in der Effektivität der analgetischen Therapie von Assistenzärzten und Fachärzten gibt. Deshalb sollte auch einem adäquat ausgebildeten Notfallsanitäter die Durchführung einer SOP-basierten, sicheren und effektiven Schmerztherapie zuzutrauen sein.

6. Zusammenfassung

Schmerz ist nicht nur ein unangenehmes Sinnesgefühl, das die Patientenzufriedenheit negativ beeinflusst, er wirkt sich über eine Stresskaskade auch negativ auf den Behandlungserfolg und eventuell bestehende Vorerkrankungen aus. Mit einem Vorkommen in 13-70 % der Einsätze (Stork 2008, Galinski et al. 2010) ist der akute Schmerz ein wichtiges Thema in der prähospitalen Notfallmedizin. Es gibt viele Faktoren, die die Ausprägung des Schmerzes positiv oder negativ beeinflussen können. Diese Arbeit befasst sich in der Haupthypothese mit dem Einfluss der Qualifikation des Notarztes auf die Schmerztherapie. Außerdem wird die Qualität der Analgesie hinsichtlich des Geschlechts des Notarztes und der Einfluss der Medikamentenwahl im Rahmen der Opioid-Therapie und der Dosierung untersucht.

In der Haupthypothese wird der Frage nachgegangen, ob eine höhere Qualifikation des behandelnden Arztes zu einer qualitativ besseren Analgesie führt, denn diese Fragestellung ist in der Literatur bisher noch nicht näher diskutiert worden. Die Auswertung zeigt, dass es in dem hier retrospektiv untersuchten Patientenkollektiv eines NEF- und RTH-Standortes keinen Unterschied in der Effektivität der Schmerztherapie von Assistenzärzten und Fachärzten gibt. Lediglich in der Behandlung von Traumata und nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen zeigt sich ein Vorteil für die Analgesie der Assistenzärzte, der sich allerdings als statistisch nicht signifikant erweist ($p = 0,54$ bzw. $p = 0,088$). Eine effektive Analgesie wird mit einer Schmerzreduktion von ≥ 3 Punkten auf der NRS definiert. Dieses Kriterium wird in der vorliegenden Untersuchung im Median bei allen Diagnosegruppen und unabhängig vom behandelnden Notarzt erfüllt.

Auch die Thematik der Nebenfragestellung, ob ein Unterschied in der Analgesie von weiblichen und männlichen Notärzten nachgewiesen werden kann, wurde bisher nur wenig untersucht. Die Gesamtauswertung dieser Studie belegt hierfür einen statistisch relevanten Vorteil für die Schmerztherapie von weiblichen Notärzten ($p = 0,042$). Bei näherer Betrachtung kann für die Notärztinnen in der Traumatherapie eine gewisse Überlegenheit mit statistischer Relevanz festgestellt werden ($p = 0,002$). Die Therapie des akuten Abdomens und der nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen zeigt ebenfalls einen Trend zu einer höheren Effektivität von weiblichen Notärzten. Nur bei

der Therapie des akuten Koronarsyndroms ergibt sich kein Unterschied in der Effektivität.

Bei der Wahl der Medikamente bevorzugt die Mehrheit der Notärzte für das akute Koronarsyndrom und das akute Abdomen eine Kombinationstherapie, während für die Traumatherapie und die Behandlung von nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen verstärkt auf eine Monotherapie gesetzt wird.

In der analgetischen Therapie von Traumata ist Fentanyl das mit Abstand am häufigsten verwendete Medikament, gefolgt von Morphin und der Kombination von Esketamin und Midazolam. Während Morphin bei Traumapatienten ausschließlich als Monoanalgetikum verabreicht wird, erfolgt die Applikation von Fentanyl sowohl als Mono- als auch Kombinationstherapie. Die im Median applizierte Dosis von Fentanyl ist bei beiden Optionen gleich und auch in der Effektivität zeigt sich kein Unterschied.

Die Europäische Gesellschaft für Kardiologie (ESC) empfiehlt für eine optimale Versorgung von Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom eine Kombinationstherapie von Morphin und Aspirin. Dies stellt auch die bevorzugte Therapie der Notärzte in dieser Studie dar. Hierdurch kann eine effektivere Analgesie erzielt werden, die sich mit $p = 0,013$ als statistisch relevant erweist. Es kann allerdings nicht abschließend beurteilt werden, ob die höhere Effektivität auf die Kombinationstherapie per se zurückzuführen ist, weil die Notärzte in der Kombinationstherapie die Dosis von Morphin höher wählen als in der Monotherapie. Dabei muss eine genaue Abwägung getroffen werden, da die Wechselwirkung von Morphin mit den in der weiteren Therapie des akuten Koronarsyndroms regelhaft applizierten P2Y₁₂-Inhibitoren in der Literatur kontrovers diskutiert wird.

Untersuchungen zeigen, dass die meisten Viszeralchirurgen die Auffassung vertreten, dass im Rahmen der Analgesie von akuten Abdomen eine frühzeitige Applikation von Analgetika im Allgemeinen die Diagnosefindung erschwert. Im Falle einer Analgesie würden 79 % von ihnen Metamizol verabreichen und nur 40 % potente Opioide. An einer ähnlichen Praxis haben sich die Notärzte in dieser Studie orientiert. Sie verwenden am häufigsten Metamizol, aber in einer Kombination mit Butylscopolamin, gefolgt von Fentanyl als potentem Opioid. Hinsichtlich der Effektivität hat Fentanyl einen Vorteil, weil es unabhängig davon, ob es als Monotherapie oder Kombinationstherapie verabreicht wird, die besten Ergebnisse in der analgetischen

Therapie des akuten Abdomens erzielt. Die Kombination von Metamizol und Butylscopolamin ist deutlich weniger wirksam, was sich mit $p = 0,017$ auch als statistisch relevant erweist. Betrachtet man die Dosierung von Fentanyl näher, stellt man fest, dass die singuläre Gabe mit einer Dosis von 0,15 mg um 0,05 mg niedriger ausfällt als bei einem Einsatz mit Metamizol und Butylscopolamin. Trotz der unterschiedlichen Dosierung sind beide Therapieformen in der Effektivität jedoch gleichwertig.

Die Patienten mit akutem Abdomen oder nicht traumatisch bedingten Rückenschmerzen haben das höchste initiale Schmerzniveau. Bei der Schmerztherapie von Rückenschmerzen ohne Trauma ist sich die Mehrheit der Notärzte einig: 72,5 % greifen bei dieser Diagnose zu einer Monotherapie mit Fentanyl. Die Analgesie mit Morphin und die Kombinationstherapie von Esketamin und Midazolam findet jeweils nur zu 5 % Anwendung. Die Effektivität ist jedoch bei einer Therapie mit Esketamin und Midazolam am höchsten und bezieht sich auf das höchste initiale Schmerzniveau. Morphin liegt bei der Reduktion des Schmerzniveaus vor Fentanyl und zwar bei einem höheren initialen Schmerzlevel.

Das Ergebnis dieser Arbeit zeigt die anwenderbezogenen Unterschiede in der prähospitalen Schmerztherapie und das Missverhältnis zwischen Anwendungshäufigkeit und Effektivität der Analgetika. Als ein Fazit erscheint es wichtig, einheitliche Empfehlungen für die Auswahl und Dosierung von Analgetika zu erarbeiten. Hinsichtlich der aktuellen Situation, des Gesetzesentwurfs zur Änderung des Notfallsanitätärgesetzes und des flächendeckend herrschenden Ärztemangels, sollte in einem Bezug auf den Pyramidenprozess eine regelhafte Erweiterung der Kompetenzen von Notfallsanitätern im Rahmen der analgetischen Therapie, auch um Opiode, erfolgen.

Literaturverzeichnis

- Ärztlicher Leiter Rettungsdienst Rheinland-Pfalz et al. (2020). Analgesie Kinder (≥ 12 Jahre) und Erwachsene durch Notfallsanitäter/ Rettungsassistenten [Internet]. Last updated 01/09/20 [zitiert am 05.09.2020]. URL: www.aelrd-rlp.de/index.php/regionale-sop/koblenz-montabaur/koblenz-montabaur/
- Albrecht, E; Taffe, P; Yersin, B; Schoettker, P; Decosterd, I & Hugli, O (2013). Undertreatment of acute pain (oligoanalgesia) and medical practice variation in prehospital analgesia of adult trauma patients: a 10 yr retrospective study. *British Journal of Anaesthesia* 110 (1): 96–106
- Alonso-Serra, H & Wesley, K (2003). Position paper - prehospital pain management. *Prehospital emergency care* 7:482-488
- Bailey, P; Streisand, J; East, K; East, T; Isern, S; Hansen, T; Posthuma, E; Rozendaal, F; Pace, N & Stanley, T (1990). Differences in magnitude and duration of opioid induced respiratory depression and analgesia with fentanyl and sufentanil. *Anesthesia and Analgesia* 70(1):8-15
- Bakkelund, K; Sundland, E; Moen, S; Vangberg, G; Mellesmo, S & Klepstad, P (2013). Undertreatment of pain in the prehospital setting: A comparison between trauma patients and patients with chest pain. *European Journal of Emergency Medicine* 20:428-430
- Batchelor, R; Liu, D; Bloom, J; Noaman, S & Chan, W (2019). Association of periprocedural intravenous morphine use on clinical outcomes in ST-elevation myocardial infarction (STEMI) treated by primary percutaneous coronary intervention: Systematic review and meta-analysis. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 76-88
- Berben, S; Kemps, H; van Grunsven, P; Mintjes-de Groot, J; van Dongen, R & Schoonhoven, L (2011). Guideline 'Pain management for trauma patients in the chain of emergency care'. *Ned Tijdschr Geneeskd.* 155: A310
- Bergrath, S; Czaplík, M; Rossaint, R; Hirsch, F; Beckers, SK; Valentin, B; Wielpütz, D; Schneiders, MT & Brokmann, JC (2013). Implementation phase of a multicentre prehospital telemedicine system to support paramedics: feasibility and possible limitations. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 21:54
- Berufsverband deutscher Anästhesisten e.V. (BDA), Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie & Intensivmedizin e.V. (DGAI) (2015). Eckpunkte zur ärztlich-personellen Ausstattung anästhesiologischer Arbeitsplätze in Krankenhäusern. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 56:145-154
- Bezirksärztekammer Koblenz (2019) Zusatzbezeichnung Notfallmedizin [Internet]. Last updated 07/02/19 [zitiert am 25.02.2020]. URL: <https://aerztekammer-mainz.de/pdf/weiterbildung/downloads/wbo.zw30.pdf>
- Bezirksärztekammer Koblenz (2013) Fachkunde Rettungsdienst [Internet] Last updated 07/02/13 [zitiert am 25.02.2020]. URL: <https://www.aerztekammer-koblenz.de/weiterbildung/fachkunde/fachkunde-rettungsdienst.html?L=0>

- Bisanzo, M; Nichols, K; Hammerstedt, H; Dreifuss, B; Nelson, SW; Chamberlain, S; Kyomugisha, F; Noble, A; Arthur, A & Thomas, S (2012). Nurse-administered ketamine sedation in an emergency department in rural Uganda. *Annals of Emergency Medicine* 59:268–275
- Brucker, C (2019) [Internet] Last updated: 05/2019 [zitiert am 15.02.2020]. URL: https://bks-portal.rlp.de/sites/default/files/og-group/72/dokumente/Rettungsdienststatistik_2018.pdf
- Bundesministerium für Gesundheit (2012). Gesetz über den Verkehr mit Betäubungsmitteln. BtMG. [Internet]. Last updated 08/09/19 [zitiert am 25.03.2020] URL: http://www.gesetze-im-internet.de/btmg_1981/BJNR106810981.html
- Cegla, T & Gottschalk, A (2008). Allgemeines zum Thema Schmerztherapie und Schmerzgedächtnis. In: Cegla, T & Gottschalk, A, Hrsg. *Memorix AINS Schmerztherapie*. [E-Book] 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI 10.1055/b-002-40802
- Collet, J; Thiele, H; Barbato, E; Barthelemy, O; Bauersachs, J; Bhatt, D; Dendale, P; Dorobantu, M; Edvardsen, T; Folliguet, T; Gale, C; Gilard, M; Jobs, A; Jüni, P; Lambrinou, E; Lewis, B; Mehilli, J; Meliga, E; Merkely, B; Mueller, C; Roffi, M; Rutten, F; Sibbing, D & Siontis, G (2020). ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal* 00, 179
- Craig, M; Jeavons, R; Probert, J & Bengner (2012). Randomised comparison of intravenous paracetamol and intravenous morphine for acute traumatic limb pain in the emergency department. *Emergency Medicine Journal* 29(1):37-39
- Damm, M; Schubert, A & Grabinsky, A (2011). Rettungsdienst in Seattle: Wenn Paramedics die Entscheidung zur Narkose treffen. *Rettungsdienst* 34/09:866-871
- Debus, F; Lefering, R; Frink, M; Kuhne, CA; Mand, C; Bucking, B & Ruchholtz, S (2015). Numbers of severely injured patients in Germany. A retrospective analysis from the DGU (German society for trauma surgery) trauma registry. *Deutsches Ärzteblatt* 112(49):823–829
- Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (2016). S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung [Internet]. Last updated 07/2016 [zitiert am 07.08.2020]. URL: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2017-08.pdf 17
- Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Schmerztherapie (2007). S3-Leitlinie Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen [Internet]. Last updated 05/21/07 [zitiert am 05.02.2020]. URL: https://www.dgni.de/images/stories/Leitlinien/behandlung_akuter_perioperativer_und_posttraumatischer_schmerzen.pdf
- Elia, N; Lysakowski, C & Tramer, M. (2005). Does multimodal analgesia with acetaminophen, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, or selective cyclooxygenase-2 inhibitors and patientcontrolled analgesia morphine offer

- advantages over morphine alone? Metaanalysis of randomized trials. *Anesthesiology* 103: 1296-1304
- Fahland, A; Kohlmann, T & Schmidt, C (2016). Vom akuten zum chronischen Schmerz. In: Casser H Hrsg. Rückenschmerzen und Nackenschmerzen. Heidelberg: Springer, 5
- Falch, C; Brantner, B; Häberle, H; Kirschniak, A; Müller, S; Brücher, B & Königsrainer A (2012). Schmerzen in der Notaufnahme – Beispiel: akute Bauchschmerzen. *Lege artis – Das Magazin zur ärztlichen Weiterbildung* 2(4): 250-257
- Friesgaard, K; Riddervold, I; Kirkegaard, H; Christensen, E & Nikolajsen, L (2018). Acute pain in the prehospital setting: a register-based study of 41.241 patients. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 26:53
- Furtado, R; Nicolau, J; Guo, J; Im, K; White, J; Sabatine, M; Newby, K & Giugliano, R (2020). Morphine and Cardiovascular Outcomes Among Patients With Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndromes Undergoing Coronary Angiography. *Journal of the American College of Cardiology* 75(3):289-300
- Galinski, M; Dolveck, F; Borron, S; Tual, L; Van Laer, V; Lardeur, J; Lapostolle, F & Adnet, F (2005). A randomized, double-blind study comparing morphine with fentanyl in prehospital analgesia. *American Journal of Emergency Medicine* 23/2:114-119
- Galinski, M; Ruscev, M; Gonzalez, G & Kavas, J (2010). Prevalence and management of acute pain in prehospital emergency medicine. *Prehospital emergence care* 14/3:334
- Gausche-Hill, M; Brown, K; Oliver, Z; Sasson, C; Dayan, P; Eschmann, N; Weik, T; Lawner, B; Sahni, R; Falck-Ytter, Y; Wright, J; Todd, K & Lang, E (2014). An Evidence-based Guideline for Prehospital Analgesia in Trauma. *Prehospital Emergency Care* 18:25-34
- Gelbe Liste. Pharmindex (2018a) Acetylsalicylsäure [Internet]. Last updated 11/2018 [zitiert am 30.07.2020]. URL: https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe/Acetylsalicylsaeure_41
- Gelbe Liste. Pharmindex (2019a) Metamizol [Internet]. Last updated: 02/2019 [zitiert am 02.07.2020]. URL: https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe/Metamizol_297
- Gelbe Liste. Pharmindex (2019b) Morphin [Internet]. Last updated: 01/2019 [zitiert am 16.07.2020]. URL: https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe/Morphin_21525
- Gelbe Liste. Pharmindex (2019c) Fentanyl [Internet]. Last updated: 06/2019 [zitiert am 28.07.2020]. URL: https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe/Fentanyl_1686
- Gelbe Liste. Pharmindex (2020a) Sufentanil [Internet]. Last updated: 12/2016 [zitiert am 31.07.2020]. URL: https://www.gelbeliste.de/wirkstoffe/Sufentanil_27385
- Gelbe Liste. Pharmindex (2020b) Piritramid [Internet]. Last updated: 05/2020 [zitiert am 31.07.2020]. URL: https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe/Piritramid_1684

- Gelbe Liste. Pharmindex (2018b) WHO-Stufenplan [Internet]. Last updated 31.07.2018 [zitiert am 14.03.2020]. URL: WHO-Stufenplan | Gelbe Liste (gelbe-liste.de)
- Gelbe Liste. Pharmindex (2019d) Ketamin. [Internet]. Last updated: 07/2019 [zitiert am 02.08.2020]. URL: Ketamin - Anwendung, Wirkung, Nebenwirkungen | Gelbe Liste (gelbe-liste.de)
- Ghadban, R; Enezate, T; Payne, J; Allaham, H; Halawa, A; Fong, HK; Abdullah, O & Aggarwal, K (2019). The safety of morphine use in acute coronary syndrome: a meta-analysis. DOI: 10.1136/heartasia-2018-011142
- Giannopoulos, G; Deftereos, S; Kolokathis, F; Xanthopoulou, I; Lekakis, J & Dimitrios, A (2016). P2Y₁₂ Receptor Antagonists and Morphine - A Dangerous Liaison? Circulation: Cardiovascular Interventions. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004229
- Gloor, B; Hoetzenecker, K & Klepetko, W (2016). Akutes Abdomen - Diagnosefindung. In: Largiadèr F, Saeger H, Keel M, Hrsg. Checkliste Chirurgie. [E-Book] 11., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI:10.1055/b-004-132240
- Gnass, I; Schüßler, N; Bauer, Z & Osterbrink, J (2011). Literaturanalyse zum Schmerzmanagement in der Pflege bei akuten Schmerzen. In Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege [Expertenstandard] Schmerzmanagement in der Pflege bei akuten Schmerzen; Osnabrück: Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Hochschule; 2011:58
- Greb, I; Wranze, E; Hartmann, H; Wulf, H & Kill, C (2011). Analgesie bei Extremitätentrauma durch Rettungsfachpersonal. Notfall + Rettungsmedizin 14:135–142
- Häske, D; Böttiger, B.W; Bouillon, B; Fischer, M; Gaier, G; Gliwitzky, B; Helm, M; Hilbert-Carius, P; Hossfeld, B; Schempf, B; Wafaisade, A & Bernhard, M. (2019). Analgesie bei Traumapatienten in der Notfallmedizin Notfall + Rettungsmedizin 22:537–552
- Hein, L & Fischer, J (2019). Spezielle Pharmakologie>Antinozizeptive Pharmaka>Antipyretische Analgetika>Analgetika. In: Hein, L & Fischer, J Hrsg. Taschenatlas Pharmakologie. [E-Book] 8. Auflage Stuttgart: Thieme. DOI: 1055/b-006-163245
- Helm, M; Hossfeld, B; Braun, B; Werner, D; Peter, L & Kulla, M (2020). Oligoanalgesia in Patients With an Initial Glasgow Coma Scale Score ≥ 8 in a Physician Staffed Helicopter Emergency Medical Service: A Multicentric Secondary Data Analysis of 100.000 Out-of Hospital Emergency Missions. Anesthesia & Analgesia. 130/1:176-186
- Hexal AG (1998). Morphin Hexal® [Internet]. Last updated: 10/2018 (zitiert am 11.03.2021). URL: www.hexal.biz/praeparate/dokumente /fi/51011803_spc_it-1560846953.pdf

- Hippe, H & Frey, N (2019) Kardiale Notfälle>Akutes Koronarsyndrom. In: Scholz, J; Gräsner, J & Bohn, A Hrsg. Referenz Notfallmedizin. [E-Book] 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI:10.1055/b-006-149615
- Hoogewijs, J; Diltoer, MW; Hubloue, I; Spapen, HD; Camu, F & Corne, L (2000). A prospective, open, single blind, randomized study comparing four analgesics in the treatment of peripheral injury in the emergency department. *European Journal of Emergency Medicine* 7(2):119-123
- Hossfeld, B; Holsträter, S; Bernhard, M; Lampl, L; Helm, M & Kulla, M (2016). Prähospital Analgesie beim Erwachsenen Schmerzerfassung und Therapieoptionen. *Anästhesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie* 51(02):84-96
- Huber, H; Bickel, A; Winter, E; Fujak, A; Irnich, D; Kastner, S; Koppert, W; Pfander, D; Scvhuchmann, F & Wünschmann, B (2005). Grauer Teil: Grundlagen. In: Huber, H; Winter, E Hrsg. Checkliste Schmerztherapie. [E-Book] 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI: 10.1055/b-001-3190
- Ibanez, B; James, S; Antunes, M; Bucciarelli-Ducci, C; Bueno, H; Caforio, A; Crea, F; Goudevenos, J; Halvorsen, S; Hindricks, G; Kastrati, A; Lenzen, M; Prescott, E; Roffi, M; Valgimigle, M; Varenhorst, C; Vranckx, P; Widimsky, P & ESC Scientific Document Group (2018). ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal* 39(2):119-177
- Jennings, PA; Cameron, P; Bernard, S; Walker, T; Jolley, D; Fitzgerald, M & Masci, K (2012)Morphine and ketamine is superior to morphine alone for out-of-hospital trauma analgesia: a randomized controlled trial. *Annals of Emergency Medicine* 59:497– 503
- Johansson, P; Kongstad, P & Johansson, A (2009). The effect of combined treatment with morphine sulphate and low-dose ketamine in a prehospital setting. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 17:61
- Kubica, J; Adamski, P; Ostrowska, M; Sikora, J; Kubica, JM; Sroka, WD; Stankowska, K; Buszko, K; Navarese, EP; Jilma, B; Siller-Matula, JM; Marzałł, MP; Rość, D & Koziński, M (2016). Morphine delays and attenuates ticagrelor exposure and action in patients with myocardial infarction: the randomized, double-blind, placebo-controlled IMPRESSION trial. *European Heart Journal* 37(3):245-52
- Lankisch, P; Mahlke, R & Lübbers, H (2009) cme.aerzteblatt.de/kompakt: Das akute Abdomen aus internistischer Sicht [Internet] Last updated: 03/13/2009 [zitiert am 14.10.2020]. URL: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/64651/Das-akute-Abdomen-aus-internistischer-Sicht.02/2009>
- Laubenthal, H; Becker, M & Neugebauer, E (2006). Leitlinie „Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen“ Aktualisierung und Anhebung von S2- auf S3-Niveau: Ein Vorbericht. *Anästhesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie*. 7–8: 470-472
- Lenz, W (2013) Analgesie durch Rettungsassistenten im Main-Kinzig-Kreis: Eine Zwischenbilanz. *Rettungsdienst* 36:632–638

- Lorke, D (2010) Nozizeptives System: Struktur und normale Funktion. In: Standl, T; Schulte am Esch, J; Treede, R-D; Schäfer, M & Bardenheuer, H Hrsg. Schmerztherapie. [E-Book] 2. Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI: 10.1055/b-001-2167
- Lott, C; Braun, J; Göbig, WD & Dirks, W (2012) Medikamentengabe durch nichtärztliches Rettungsfachpersonal. Notfall + Rettungsmedizin 15:35–41
- Luiz, T; Scherer, G; Wickenkamp, A; Blaschke, F; Hoffmann, W; Schiffer, M; Zimmer, J; Schaefer, S & Voigt, C (2015). Prähospitale Analgesie durch Rettungsassistenten in Rheinland-Pfalz. Der Anaesthesist 12:927-936
- Luxem, J; Runggaldier, K; Karutz, H & Flake F (2016). Notfallsanitäter heute. 6. Auflage. München: Urban&Fischer, Elsevier GmbH, 1068 f
- Marret, E; Kurdi, O; Zufferey, P; Bonnet, F & Warltier, D (2005). Effects of Non-steroidal Antiinflammatory Drugs on Patient-controlled Analgesia Morphine Side Effects: Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Anesthesiology 102, 1249-1260
- McDaid, C; Maund, E; Rice, S; Wright, K; Jenkins, B & Woolacott, N (2011). Paracetamol and selective and non-selective non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) for the reduction of morphine-related side effects after major surgery: a systematic review. British Journal of Anaesthesia 106(3):292-7
- Michael, M; Hossfeld, B; Häske, D; Bohn, A & Bernhard, M (2020). Analgesie; Sedierung und Anästhesie in der Notfallmedizin. Anästhesiologie & Intensivmedizin 61:51-65
- Müller, S (2017). Traumatologische Notfälle. In: Müller, S Hrsg. Memorix Notfallmedizin. [E-Book] 10., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI: 10.1055/b-004-132245
- Nerlich, K (2017). Therapieschemata Notaufnahme und Stroke Unit>Akuter Rückenschmerz und akuter radikulärer Schmerz. In: Topka, H & Eberhardt, O Hrsg. Neurologische Notfälle [E-Book]. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI:10.1055/b-004-140651
- Porter, K; Morlion, B; Rolfe, M & Dodt, C (2020). Attributes of analgesics for emergency pain relief: results of the Consensus on Management of Pain Caused by Trauma Delphi initiative. European Journal of Emergency Medicine 27: 33–39
- Pfitzmann, R (2020). Pschyrembel online: Numerische Ratingskala (NRS) [Internet]. Last updated 03/2020 [zitiert am 22.02.2020]. URL: www.pschyrembel.de/Numerische%20Ratingskala/K0Q6V
- Remy, C; Marret, E & Bonnet, F (2005). Effects of acetaminophen on morphine side effects and consumption after major surgery: meta-analysis of randomized controlled trials. British Journal of Anaesthesiology 94(4): 505-13
- Robl, A (2019) Nozizeption und Schmerz-physiologische Grundlagen. In: Scharnagel, S Hrsg. Schmerzpatienten behandeln [E-Book]. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI: 10.1055/b-006-161649

- Roger, L; Cros, J; Boulogne, P; Ponsonnard, S; Nathan, N & Beaulieu, P (2014). Inhibition of acetaminophen analgesic action by ondansetron after amygdectomy in children: the Paratron randomized trial: 10AP5-4. *European Journal of Anaesthesiology* 31:174
- Rupp, P (2013) Spezielle Notfälle>Kardiologische Notfälle. In: Scholz, J; Böttiger, B Hrsg. *Notfallmedizin [E-Book]*. 3. Auflage. Stuttgart: Thieme. DOI:10.1055/b-001-2161
- Schaller, S; Kappler, F; Hofberger, C; Sattler, J; Wagner, R; Schneider, G; Blobner M & Kanz, G (2019). Differences in pain treatment between in surgeons and anaesthesiologists in a physician staffed prehospital emergency medical service: a retrospective cohort analysis. *BMC Anesthesiology* 19:18
- Schiff, J; Arntz, H & Böttiger, B (2005). Das akute Koronarsyndrom in der Prähospitalphase. *Der Anaesthesist* 54:957–974
- Schneider, D & Richling, F (2020). Wirkstoffe von A-Z>Wirkstoffe P<Paracetamol. In Schneider, D Richling, F Hrsg. *Datenbank Arzneimittel [E-Book]*. Stuttgart: Thieme
- Schlimpert, V; Kardiologie.org [Internet]. 2020, Last updated 01/23/2020 [zitiert am 29.12.2020]. URL: www.kardiologie.org/akutes-koronarsyndrom/morphinbirgt-wechselwirkungs-risiko-fuer-herzinfarkt-patienten-17587068#:~:text=Morphin%20birgt%20Wechselwirkungs-Risiko%20für%20Herzinfarkt-Patienten,Veronika%20Schlimpert&text=Für%20Patienten%20mit%20akutem%20Koronarsyndrom,Auftreten%20erneuter%20Myokardinfarkte%20zu%20begünstigen.
- Siriwardena, A; Asghar, Z; Lord, B; Pocock, H; Phung, V; Foster, T; Williams, J & Snooks, H (2019). Patient and clinician factors associated with prehospital pain treatment and outcomes: Cross sectional study. *American Journal of Emergency Medicine* 37:266-271
- Sobieraj, D.M; Martinez, BK; Miao, B; Cicero, MX; Kamin, RA; Hernandez, AV; Coleman, CI & Baker, WL (2020). Comparative Effectiveness of Analgesics to Reduce Acute Pain in the Prehospital Setting. *Prehospital Emergency Care* 24(2):163-174
- Steiner, S (2008). Pathophysiologie der Koronarinsuffizienz und Angina pectoris – Grundlegende Mechanismen der myokardialen Minderdurchblutung. *Kliniker* 37(10):459-463
- Stiermaier, T; Schaefer, P; Saad, M; Meyer-Sarei, R; De Eaha-Thiele, S; Fuernau, G; Langer, H; Barkhausen, J; Desch, S; Thiele, H & Eitel, I (2020). Impact of morphine treatment with and without metoclopramide co-administration on myocardial an microvascular injury in acute myocardial infarction: insights from a randomized trial. *European Heart Journal* 41:1354-1356
- Stork, B & Hofmann-Kiefer, K (2008). Analgesie in der Notfallmedizin. *Notfall + Rettungsmedizin* 11:427–438

- Thomas, M (2016) Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie des Schmerzes und Schmerzarten. In: Thomm, M Hrsg. Schmerzmanagement in der Pflege. [E-Book] 2. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer, DOI 10.1007/978-3-662-45414-5
- Villain, C; Wyen, H; Ganzera, S; Marjanovic, G; Lefering, R; Ansorg, J; Gaidzik, P; Haubold, N & Neugebauer, E (2013). Early analgesic treatment regimens for patients with acute abdominal pain: a nationwide survey among general surgeons. *Langenbecks Arch Surg* 398: 557–564
- Weldon, E; Ariano, R & Grierson, R (2015). Comparison of Fentanyl and Morphine in the Prehospital Treatment of Ischemic Type Chest Pain. *Prehospital emergency care: official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 20(1):45-51
- Woo, W; Man, S; Lam, P & Rainer T (2005). Randomized, double blind trial comparing oral paracetamol and oral nonsteroidal antiinflammatory drugs for treating pain after musculoskeletal injury. *Annals of Emergency Medicine* 46:352-261

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen einen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung der Dissertation unterstützt haben.

Meinem Doktorvater **Professor Dr. med. Tim Piepho**, Chefarzt der Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin am Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier, danke ich sehr herzlich für die Möglichkeit zur Umsetzung dieser Arbeit unter seiner freundlichen Leitung.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer **FTLA Dr. med. Christoph Jänig**. Mit seiner unkomplizierten Art, den schnellen Antworten, seiner stets konstruktiven Kritik und beständigen Motivation hat er mir bei der Fertigstellung dieser Arbeit sehr geholfen. Ich hätte mir keinen besseren Betreuer wünschen können. Vielen Dank für deine Unterstützung, lieber Christoph!

Nicht zu vergessen ist die versierte Arbeit der **Kolleginnen der Fachinformationsstelle** des Bundeswehrzentralkrankenhauses in Koblenz. Für ihre engagierte Unterstützung bei der Literaturrecherche möchte ich mich ebenfalls herzlich bedanken.

Meinem besten Freund **David Liebchen**. Ich bin dir wirklich dankbar, dass du stets ein offenes Ohr für mich hattest, wenn es mal nicht lief wie es sollte. Deine aufbauenden Worte und kreativen Ideen zur Beibehaltung der Motivation haben mir sehr geholfen. Danke, dass ich immer auf dich zählen kann!

Von ganzem Herzen möchte ich meiner Mutter **Maritta Herlet** danken. Mit ihrem positiven und liebevollen Wesen hat sie mich mein ganzes Leben lang motiviert meine Ziele zu erreichen, ohne dabei je auf irgendeine Weise Druck aufzubauen. Mama ich danke dir, dass du immer an meiner Seite bist!

