

**Diplomarbeit**

**Die Anwendung von Methoxyfluran (Penthrop®)  
durch Notfallsanitäter\*innen in der präklinischen  
Schmerztherapie in Kärnten  
Eine retrospektive Studie**

eingereicht von  
**Julia Slamanig**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde  
(Dr<sup>in</sup>. med. univ.)**

an der  
**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt am  
**Universitätsklinikum für Anästhesiologie und Intensivmedizin**

unter der Anleitung von  
Prim. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Heschl Stefan  
Dr.med.univ. Neuwersch-Sommeregger Stefan, MSc.

Graz, 05.01.2026

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, 05.01.2026

Julia Slamanig eh.

## Danksagungen

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Personen, die mich in der Zeit der Erstellung meiner Diplomarbeit motiviert und tatkräftig unterstützt haben, herzlich bedanken.

Meinen Betreuern Prim. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Heschl Stefan und Dr.med.univ. Neuwersch-Sommeregger Stefan, MSc., ohne diese die Idee und Verfassung meiner Diplomarbeit in diesem Ausmaß nicht möglich gewesen wäre.

Dem Roten Kreuz Landesverband Kärnten, insbesondere Präsident Dr. Pirz Martin, der mir die Umsetzung dieser Arbeit ermöglicht hat und jederzeit mit voller Unterstützung erreichbar gewesen ist.

Ebenso Herrn Ewald Hemet (Fachliche und organisatorische Leitung der Aus- und Weiterbildung im ÖRK Kärnten), der mich durch den gesamten Prozess der Datengewinnung von Beginn an unterstützt hat.

Meiner Familie, vor allem meinen Eltern Eva und Herwig, sowie meiner Schwester Theresa, die in schwierigen Zeiten für mich immer ein offenes Ohr gehabt haben und für meine Arbeit immer Verständnis gezeigt haben.

Schlussendlich möchte ich mich noch bei meinem Partner Martin bedanken, der immer geduldig und mit größter Zuversicht hinter mir steht und mir genügend Kraft und Unterstützung im Prozess der Erstellung dieser Arbeit gegeben hat.

## Zusammenfassung

In den angloamerikanischen Ländern wird das inhalative Narkotikum Methoxyfluran, besser bekannt unter dem Handelsnamen Penthop®, schon seit einigen Jahrzehnten zur präklinischen Schmerzbehandlung durch nicht-ärztliches Personal verwendet.

Seit 2023 dürfen im Österreichischen Roten Kreuz Landesverband Kärnten Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen NKA und NKV auch selbstständig die Behandlung mittelstarker bis starker traumatischer Schmerzen mithilfe von Methoxyfluran (Penthop®) durchführen. Vor der Einführung der allgemeinen Notfallkompetenzen im ÖRK Kärnten erforderte die Behandlung von Schmerzen eine\*n Notärztin\*Notarzt.

In dieser Arbeit wird die schmerzlindernde Penthop®-Wirkung bei traumatisch bedingten Schmerzen beleuchtet. Ebenso wird die Anwendung durch nicht-ärztliches Personal untersucht. Die Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen NKA und NKV bewerten sowohl die Handhabung als auch die Anwenderzufriedenheit. Außerdem wird das in der Literatur geringgradig beschriebene Nebenwirkungsprofil untersucht.

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Datenauswertung. Die Dokumentation der erhobenen Daten erfolgte über das Onlineprogramm „Evasys“. In den insgesamt 8 Bezirken des Landesverband Kärntens (Rotes Kreuz) wurde die Dokumentation durch Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen NKA und NKV auf freiwilliger Basis durchgeführt. Der Dokumentationszeitraum betrug 19 Monate.

Es konnte eine signifikante Schmerzreduktion bei geringen Nebenwirkungen beobachtet werden. Die gemessenen Vitalparameter wurden vor und nach der Gabe von Methoxyfluran betrachtet, dabei konnten keinerlei relevante Veränderungen beobachtet werden. Eine sehr häufig dokumentierte Nebenwirkung der Penthop®-Inhalation war die euphorische Stimmung der behandelten Patient\*innen. Ebenso zeigte sich, dass das notärztliche System in Kärnten dadurch entlastet werden konnte. Bezüglich der Anwenderzufriedenheit inklusive

Vorbereitung, Handhabung etc. wurde bei 84% der dokumentierten Fälle die Option „sehr zufrieden“ ausgewählt.

Grundsätzlich erwies sich die Anwendung von Methoxyfluran in Form des Pentrop®-Inhalators als eine gute Möglichkeit zur präklinischen Schmerzreduktion durch Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen NKA und NKV, ohne dass ärztliches Personal angefordert werden musste.

## **Abstract**

In other countries, especially in angloamerican ones, the inhaled anesthetic Methoxyflurane, better known as Pentthrop®, has been used for pain treatment in the prehospital environment by non-medical staff. Since 2023 paramedics with general emergency competences called NKA and NKV of the Austrian Red Cross in Carinthia are allowed to administer Methoxyflurane to treat moderate to severe traumatic pain. Before this drug was approved by the Austrian Red Cross in Carinthia, preclinical pain treatments required an emergency doctor.

In this paper the pain-relieving efficiency of Methoxyflurane is examined. Also, the application of this substance by non-medical staff is investigated. The paramedics also should evaluate the handling of the Pentthrop® as well as the user satisfaction. Moreover the side effect profile of Methoxyflurane is examined, too.

This study is based on a retrospective data evaluation, which was performed in the 8 districts of Carinthia. The data was collected for 19 months using the online program “Evasys”. The documentation was completely conducted on a voluntary basis by the paramedics with general emergency competences of the Austrian Red Cross in Carinthia.

A significant reduction in pain, with minimal documented side effects, was noticed. The vital signs were measured before and after the application of Methoxyflurane. With it there were no relevant limitations detected. One of the most documented side effects of the inhalation of Methoxyflurane was a euphoric mood.

Because of the positive effects in pain relief and the stable side effect profile, the emergency doctors were able to be relieved.

Recording to the user satisfaction, which included preparation, handling and so on, the option “very satisfied” was selected in 84% of the documented cases.

All in all, it can be said that the use of Methoxyflurane in the form of the Pentthrop® showed to be a good alternative for paramedics with general emergency competences to reduce traumatic pain, without the need of calling an emergency doctor.

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und deren Erklärung.....	1
Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
1. Einleitung .....	4
1.1 Methoxyfluran .....	7
1.2 Ausbildung im Roten Kreuz LV Kärnten.....	11
1.3 Ablauf der Penthop®-Anwendung im Roten Kreuz LV Kärnten .....	15
1.4 Begründung der Fragestellung.....	18
1.5 Zielsetzung und Einschränkungen/Abgrenzungen .....	19
2. Material und Methoden.....	20
2.1 Studiendesign.....	20
2.2 Einschlusskriterien.....	20
2.3 Ausschlusskriterien.....	20
2.4 Datenerhebung.....	21
2.5 Outcome – erhobene Daten .....	22
2.6 Statistische Auswertung .....	25
2.7 Ethische Überlegung .....	25
3. Ergebnisse/Resultate mit graphischen Darstellungen .....	26
4. Diskussion.....	38
5. Limitationen.....	41
6. Schlussfolgerungen.....	44
Literaturverzeichnis .....	46
Anhang.....	48

## Abkürzungen und deren Erklärung

ÖRK	Österreichisches Rotes Kreuz
ÖRK Kärnten	Österreichisches Rotes Kreuz Landesverband Kärnten
NRS	Numerische Rating-Skala
MAC-Stunden	Exposition eines inhalativen Anästhetikums über 1 Stunde
AF	Atemfrequenz pro Minute
HF	Herzfrequenz pro Minute
SpO <sub>2</sub>	Sauerstoffsättigung in %
RTW	Rettungstransportwagen
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
RS	Rettungssanitäter*in
NFS/NKA	Notfallsanitäter*in mit Notfallkompetenz Arzneimittellehre
NFS/NKV	Notfallsanitäter*in mit Notfallkompetenz Venenzugang und Infusion
NA	Notarzt*Notärztin

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Pentrop®, eigenhändige Skizze von Slamanig J.....	9
Abbildung 2 Pentrop® alternative Flaschenöffnung, eigenhändige Skizze von Slamanig J.....	10
Abbildung 3 Pentrop®-Befüllung, eigenhändige Skizze von Slamanig J.....	10
Abbildung 4 Algorithmus Pentrop®, eigenhändige Skizze von Slamanig J. ....	15
Abbildung 6 Flow-Diagramm, eigenhändige Skizze von Slamanig J.....	21
Abbildung 7 Anwendungszeitraum .....	26
Abbildung 8 Geschlechterverteilung .....	27
Abbildung 9 Altersgruppen .....	28
Abbildung 10 Schmerzen im Verlauf .....	29
Abbildung 11 Atemfrequenz im Verlauf.....	31
Abbildung 12 Herzfrequenz im Verlauf.....	31
Abbildung 13 SpO <sub>2</sub> im Verlauf.....	32
Abbildung 14 Handhabung und Sicherheit .....	33
Abbildung 15 Nebenwirkungen.....	34
Abbildung 16 Notwendigkeit einer zweiten Methoxyfluran-Gabe.....	35
Abbildung 17 Notwendigkeit einer notärztlichen Nachforderung .....	36
Abbildung 18 Zufriedenheit der Anwender*innen .....	37

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Zusammenfassung der Ausbildungsstunden im LV Kärnten .....	14
Tabelle 2 Erhobene demographische Parameter .....	22
Tabelle 3 Erhebung der Schmerzen .....	22
Tabelle 4 Handhabung durch den NFS/NKA.....	22
Tabelle 5 Erhobene Vitalparameter vor Methoxyfluran-Gabe.....	23
Tabelle 6 Erhobene Vitalparameter nach Methoxyfluran-Gabe.....	23
Tabelle 7 Erhobene Nebenwirkungen .....	23
Tabelle 8 Erhebung einer weiteren Intervention .....	23
Tabelle 9 Erhebung der Notarztnachforderung .....	24
Tabelle 10 Erhobene Zufriedenheit .....	24

# 1. Einleitung

Die präklinische Behandlung von traumatisch bedingtem Schmerz kann in vielen Situationen vor allem für nicht-ärztliches Personal eine Herausforderung darstellen. Aufgrund gesetzlicher Richtlinien in Bezug auf die Organisation des Rettungsdienstes besteht eine Diskrepanz der einzelnen Ausbildungsstände von Sanitäter\*innen und dahingehend auch ein wesentlicher Unterschied in der Ausübung von gewissen notfallmedizinischen Tätigkeiten, vor allem in der intravenösen Verabreichung von Medikamenten bei schmerzgeplagten Patient\*innen. In einigen Fällen können präklinische Schmerzen von Sanitäter\*innen aufgrund dieser rechtlichen Grundlagen nicht allein bewältigt werden, wodurch die Nachforderung von Notärzt\*innen erfolgen muss und gleichzeitig die Verfügbarkeit der ärztlichen Versorgung für andere Einsätze reduziert wird.(1)

Im Zuge vergangener Diskussionen über die gezielte notärztliche Einsatzindikation und der Entlastung des notärztlichen Systems in Kärnten, rückte die nicht-ärztliche Tätigkeit, unter anderem die präklinische Schmerztherapie wieder in den Fokus des ÖRK Kärnten. Neben rechtlichen Grundbedingungen erforderte diese Überlegung auch einige wichtige Aspekte, wie beispielsweise die Auswahl bestimmter Wirkstoffe, die zum einen eine effiziente Schmerzreduktion ermöglichen und zum anderen so weit „sicher“ in deren Wirkungs- und Nebenwirkungsprofilen sind, sodass auch Sanitäter\*innen mit bestimmtem Ausbildungsstand der Einsatz einer präklinischen Schmerztherapie ermöglicht werden kann.

In Kärnten erforderte die präklinische Behandlung traumatischer Schmerzen bis 2022 eine\*n Notärztin\*Notarzt.

Notärzt\*innen können durch die intravenöse Gabe bestimmter Substanzgruppen eine Analgesie erzielen. Im Jahr 2020 wurden erstmalig für Notfallsanitäter\*innen die allgemeinen Notfallkompetenzen NKA und NKV freigegeben, eine intravenöse Schmerztherapie konnte jedoch erst ab 2022 mit Hilfe von Ibuprofen durchgeführt werden. Seit 2023 dürfen im Landesverband Kärnten des österreichischen Roten Kreuzes erstmals auch Notfallsanitäter\*innen mit der allgemeinen Notfallkompetenz

und der erweiterten Arzneimittelliste 2 selbstständig ohne intravenösen Zugang eine Schmerztherapie mittels Methoxyfluran (Penthrop®) durchführen.

In den 1960er und 1970er Jahren kam es im angloamerikanischen Raum zu einer weit verbreiteten Verwendung von Methoxyfluran. Es fand in erster Linie als Anästhetikum, aber auch als Analgetikum Anwendung. Jedoch ging der Einsatz dieser Substanz mit dem Erlangen neuerer verfügbarer Medikamente zurück und geriet dahingehend im europäischen Raum etwas in Vergessenheit. In Australien wird bereits seit Jahrzehnten das inhalative Narkosegas Methoxyfluran als Analgetikum durch nicht-ärztliches Personal, den sogenannten Paramedics, angewandt.(2) Man erkannte in etlichen Studien eine effiziente Schmerzreduktion und zusätzlich einen vorteilhaften Wirkungs- und Nebenwirkungsverlauf.

Im Jahr 2006 wurde bei 105 pädiatrischen Patienten durch Babl et al. eine Reduktion der Schmerzen im präklinischen Setting nach der Gabe von Methoxyfluran um 3,4 Punkte (auf der verbal-numerischen Skala) beobachtet. Während des Beobachtungszeitraumes zeigten sich keine handlungsbedürftigen Nebenwirkungen.(3)

In einer weiteren retrospektiven Studie von Middleton et al. wurden 52046 Personen mit Schmerzen unterschiedlichster Ursache und deren Auswirkung auf unterschiedlichste Analgetika-Gruppen untersucht. Davon erhielten 19235 der einbezogenen Personen Methoxyfluran per inhalationem. Es zeigte sich zwar eine geringere Wirksamkeit von Methoxyfluran im Vergleich zu den intravenös oder nasal verwendeten Opioiden (Fentanyl, Morphinum), dennoch konnte eine Schmerzreduktion von 3,2 Punkten auf der verbal-numerischen Ratingskala aufgezeigt werden.(4)

In Österreich wurde Methoxyfluran im Jahr 2018 ausschließlich für die ärztliche Anwendung bei mittelstarken bis starken traumatischen Schmerzen zugelassen.(1) Es folgte noch im selben Jahr eine prospektive Studie (bis 2020) durch Trimmel et al., in welcher bei insgesamt 109 Patient\*innen die Anwendersicherheit sowie die Schmerzreduktion beleuchtet wurden. Erhoben wurde an insgesamt 6 bodengebundenen und 6 luftgebundenen Notarztstützpunkten in Österreich. Es

konnte bei 61% der Personen eine ausreichende Schmerzreduktion zum weiteren Transport erreicht werden. Nebenwirkungen traten häufiger auf, diese jedoch nur mild ausgeprägt, sodass kaum Interventionen dahingehend nötig waren. Die Anwenderzufriedenheit wurde bei ausreichender Wirkung als „sehr gut“ und bei ausbleibender Wirkung nur als „mäßig“ angegeben. In 14,7% der erhobenen Fälle wurden Probleme, hauptsächlich beim Befüllen des Devices beobachtet. Eine Veränderung der Vitalparameter konnte im Beobachtungsintervall nicht eruiert werden.(5)

Egger et al. untersuchten erstmals 2020 im „PainDrop“ Trail die präklinische Analgesie mithilfe von Methoxyfluran durch Mitglieder der Bergrettung ohne ärztliches Personal in den Tiroler Alpen. Es handelte sich hierbei um eine prospektive Beobachtungsstudie, welche bei Patient\*innen mit traumatischen Schmerzen nach Downhillbike-Unfällen durchgeführt wurde. In einem Zeitraum von 15 Monaten konnten insgesamt 20 Personen miteinbezogen werden. Es konnte eine mittlere Schmerzreduktion von 2,9 Punkten untersucht werden. Zudem traten keinerlei schwere Nebenwirkungen sowie auch keine relevanten Veränderungen der gemessenen Vitalparameter auf.(6)

Im Jahr 2023 wurde erstmalig in der Organisation des Roten Kreuzes Landesverband Kärnten die Verabreichung dieser Substanz durch Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen NKA und NKV freigegeben. Aufgrund fehlender Beobachtungsdaten in Bezug auf die nicht-ärztliche Anwendung von Methoxyfluran im Landesverband Kärnten, wurden vom Roten Kreuz Daten erhoben, welche dann retrospektiv ausgewertet wurden und in der vorliegenden Arbeit genauer erläutert werden. Durch die Untersuchung der präklinischen Inhalation von Methoxyfluran (Penthrop®) soll die Effizienz der Schmerzreduktion und die Einsatzsicherheit dieser Substanz aufgezeigt werden. Zudem wird untersucht, ob nach Verabreichung von Methoxyfluran eine ausreichende Analgesie durch nicht-ärztliches Personal erzielt werden kann, sodass in weiterer Folge kein Notarzneimittel benötigt wird und ob es zu einer partiellen Entlastung des Notarztsystems in Kärnten kommt.

## 1.1 Methoxyfluran

Penthrop® ist ein Inhalationsdevice zur Reduktion von Schmerzen und beinhaltet den Wirkstoff Methoxyfluran. Dieser Wirkstoff gehört chemisch betrachtet zur Gruppe der Flurane und zeichnet sich durch seinen fruchtigen Geschmack aus. Methoxyfluran ist eine farblose Flüssigkeit, welche zudem flüchtig, in Wasser leicht löslich und bei Raumtemperatur nicht entzündlich ist.(7)

Artusio et al. untersuchte in einem Experiment unterschiedliche fluorierte Kohlenwasserstoffe bezugnehmend auf den Einsatz als Inhalationsnarkotika. Als Ergebnis dieser experimentellen Beobachtungen wurde Methoxyfluran als Inhalationsnarkotikum von Artusio et al. im Jahr 1960 eingeführt.(8)

Methoxyfluran besitzt eine sehr hohe Potenz und zusätzlich auch eine nur gering erforderliche Dosis zur Aufrechterhaltung einer Narkose. Die minimale alveoläre Konzentration (MAC) von Methoxyfluran wird mit 0,16 % beschrieben. Sie wird als diejenige alveoläre Konzentration eines Inhalationsnarkotikums definiert, bei der die Hälfte der Patient\*innen nicht mehr auf einen Schmerzreiz, zum Beispiel in Form des Hautschnitts, reagiert. Je geringer der MAC-Wert ist, desto potenter ist auch der Wirkstoff. Das bedeutet, dass Methoxyfluran in der Anwendung als Narkosegas und der entsprechenden Dosierung eine starke anästhetische Wirkung aufweist. Mit einem Blut-Gas-Verteilungskoeffizienten von 12 hat Methoxyfluran einen hohen Wert, das wiederum begünstigt ein langsames An- und Abfluten des Wirkstoffes und somit einen zwar verzögerten Wirkeintritt hinsichtlich anderer inhalativer Anästhetika, jedoch ein langsameres Abklingen der Wirkung nach Inhalationsende.(9) Tomi et. al untersuchten den Effekt von 6 unterschiedlichen Inhalationsnarkotika in geringeren Konzentrationen und erkannten, dass Methoxyfluran in niedriger Dosierung vorwiegend eine analgetische Wirkung aufzeigte.(10) Der Mechanismus, welcher zur analgetischen Wirkung führt, konnte bis dato noch nicht vollständig geklärt werden.

In ca. 50-75% der Fälle wird das absorbierte Methoxyfluran in der Leber durch oxidative Demethylierung und Defluorierung metabolisiert und die dabei gebildeten Metaboliten über die Nieren ausgeschieden werden. In den Lebermikrosomen wird

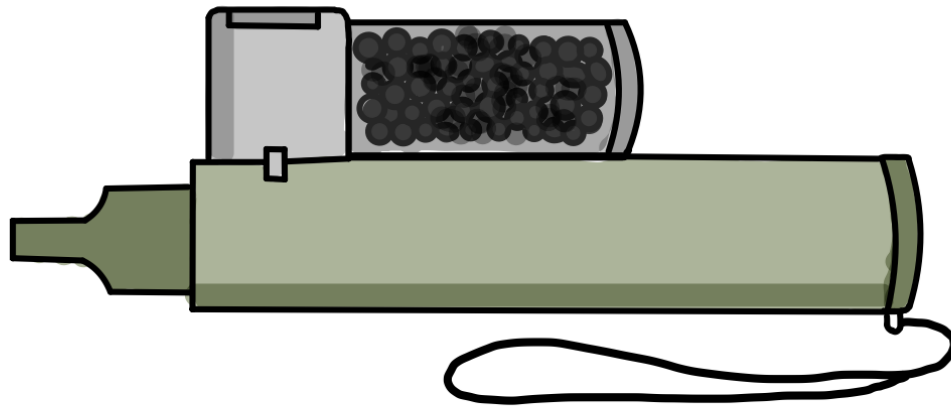
Methoxyfluran mithilfe von Cytochrom-P450-Isoenzymen zu Dichloressigsäure und Fluorid demethyliert.(11,12)

Den daraus resultierenden Fluorid Ionen wird eine nephrotoxische sowie hepatotoxische Wirkung zugeschrieben. In den 1970er Jahren erkannte man erst einen Zusammenhang zwischen der Gabe von hochdosiertem Methoxyfluran und dem Auftreten von Nierenschäden, woraufhin Methoxyfluran vermindert eingesetzt wurde und als hoch dosiertes Anästhetikum an Bedeutung verlor.(11)

In den darauffolgenden Jahren wurde in einigen Studien dieser Zusammenhang untersucht. Es konnten keine Hinweise auf eine nephrotoxische Wirkung bei kurzzeitiger niedrig dosierter Anwendung gefunden werden, was auch im Review von Jephcott et. al eindeutig beschrieben wird.(12)

Als Analgetikum ist die Dosierung von Methoxyfluran auf insgesamt 6 ml täglich in einer Konzentration von 0,1-0,7% und auf 15 ml wöchentlich begrenzt. Würde man für eine Stunde lang kontinuierlich 3 ml Methoxyfluran inhalieren, käme es zu einer Exposition von 0,3 MAC-Stunden. Für das potenzielle Risiko einer nephrotoxischen Wirkung wird in der Literatur ab einem Wert von 2 bis 2,5 MAC-Stunden gesprochen, somit liegt die analgetische Dosierung deutlich unter dem oben beschriebenen Grenzwert.(11,13) Daher ist bei einer kurzen Anwendung von Methoxyfluran, wie im Rahmen der präklinischen Analgesie, kein entsprechendes Risiko zu erwarten. Dennoch sollte bei vorbestehenden Nierenfunktionsstörungen oder Lebererkrankungen laut Hersteller von der Gabe abgesehen werden.(1,14)

In der präklinischen Anwendung werden insbesondere folgende Nebenwirkungen beobachtet: Schwindelgefühl, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen oder Übelkeit, extremes Glücksgefühl, Geschmacksstörungen und Husten.(1,14)



**Abbildung 1 Pentrop®, eigenhändige Skizze von Slamanig J.**

Eine Pentrop®-Verpackung beinhaltet eine 3 ml Flasche mit Methoxyfluran 99,9%, einen Pentrop®-Inhalator, eine Aktivkohlekammer und einen kleinen Plastikbeutel zur sicheren Entsorgung sowie die Gebrauchsinformation.

Laut Hersteller ist Pentrop® nicht zur vollständigen Ausschaltung etwaiger Schmerzen gedacht, sondern eher zur Schmerzlinderung. Für anästhesiologische Zwecke ist dieses Device nicht vorgesehen, auch wenn der darin vorhandene Wirkstoff ursprünglich als Anästhetikum eingesetzt wurde. (1,14)

Für eine korrekte Anwendung ist sowohl die Sicherstellung der funktionellen Einsatztauglichkeit als auch die Aufklärung und Compliance der Patient\*innen wichtig. Die Aktivkohlekammer soll zuvor mit dem Inhalationsdevice ordnungsgemäß zusammengefügt werden. Anschließend wird das 3 ml große Behältnis geöffnet. Dies kann mit der Hand in einer drehenden Bewegung oder mithilfe des Unterteils des Inhalators erfolgen (siehe Abbildung). Der gesamte Wirkstoff wird dann in das Unterteil des Inhalators unter ständigem Drehen eingefüllt, der Inhalator sollte in einem 45° Winkel geneigt sein. Durch das Drehen kann sich der Inhalt der 3 ml Flasche im inneren des Devices verteilen. (1,14)

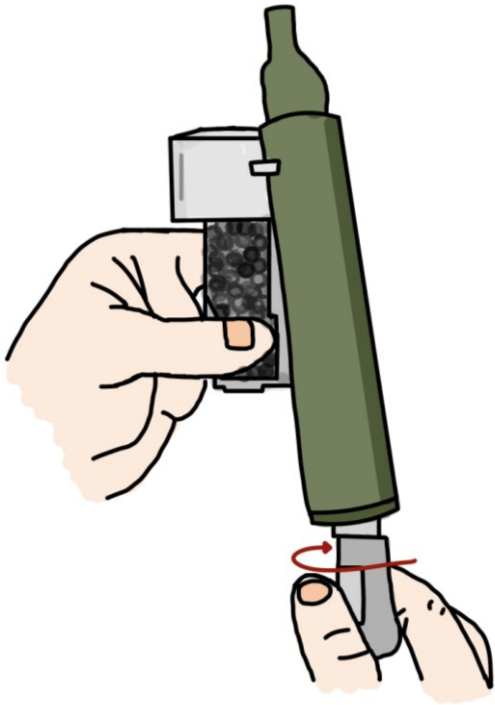


Abbildung 2 Pentrop® alternative Flaschenöffnung, eigenhändige Skizze von Slamanig J.

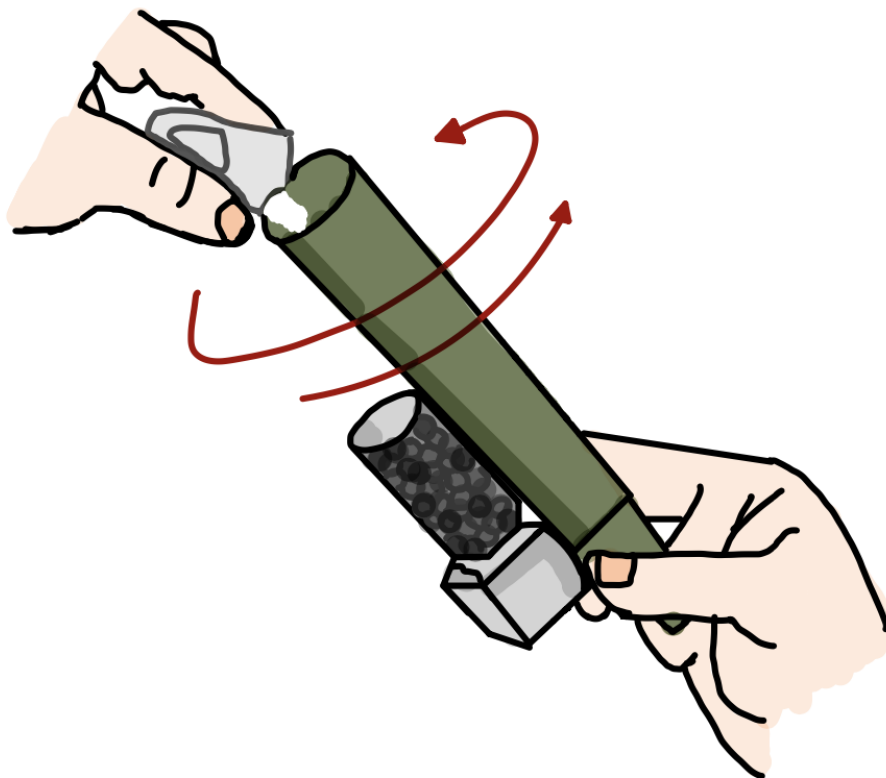


Abbildung 3 Pentrop®-Befüllung, eigenhändige Skizze von Slamanig J.

Die Handgelenksschleife wird über das Handgelenk der betroffenen Person gelegt und die Person wird darauf hingewiesen über das Mundstück des Inhalators ein- und auszuatmen. Wesentlich ist dabei das korrekte Ausatmen über den Inhalator. Auf diese Weise kann die mit Methoxyfluran versetzte Ausatemluft in die Aktivkohlekammer gelangen, wo Methoxyfluran absorbiert wird und sich nicht in der Umgebungsluft verteilt. Dahingehend kann eine erhöhte Exposition gegenüber den Sanitäter\*innen vermieden werden. Die ersten Atemzüge sollen bewusst und langsam erfolgen. Wird eine stärkere Analgesie benötigt, gibt es die Möglichkeit das Verdünnungsloch an der Aktivkohlekammer mit einem Finger zu verschließen. Zur Erzielung einer adäquaten Analgesie sollen die Patient\*innen intermittierend inhalieren. Nach Ende der Anwendung wird der zusammengebaute Pentrop®-Inhalator inklusive 3 ml Flasche in den Plastikbeutel gegeben, verschlossen und anschließend entsorgt.(14)

## **1.2 Ausbildung im Roten Kreuz LV Kärnten**

Die rettungsdienstliche Ausbildung im Landesverband Kärnten des Roten Kreuzes umfasst die Ausbildung zu dem\*der Rettungssanitäter\*in (RS), zu dem\*der Notfallsanitäter\*in (NFS) und zu dem\*der Notfallsanitäter\*in mit allgemeinen Notfallkompetenzen Arzneimittelliste 2 (NKA) und Venöser Zugang (NKV). Die besondere Notfallkompetenz Intubation und Beatmung (NKI) wird im Roten Kreuz Landesverband Kärnten nicht ausgebildet. Folgend werden die im Roten Kreuz Landesverband Kärnten angebotenen Ausbildungen beziehend auf den Rettungsdienst näher erläutert.

### Rettungssanitäter\*in (RS):

Die Ausbildung zu dem\*der Rettungssanitäter\*in erfolgt im Rahmen des Modul 1 und umfasst laut gesetzlichen Grundlagen mindestens 100 Stunden Theorie. Nach Absolvierung des Theoriekurses und positiv absolvierter Zwischenprüfung erfolgt ein 160 Stunden Praktikum im Regeldienst des Roten Kreuzes. Erst nach Abschluss des Praktikums können die Anwärter\*innen zur kommissionellen Abschlussprüfung antreten.

Wie im Gesetzestext beschrieben, umfasst der Tätigkeitsbereich dieser Qualifikation die Versorgung, Betreuung und den Transport von kranken Personen.

RS dürfen im Rahmen der präklinischen Notfallversorgung Sauerstoff über eine Sauerstoffmaske verabreichen und Blut aus der Kapillare entnehmen (Blutzuckermessung). Zusätzlich führen sie lebensrettende Sofortmaßnahmen unter der Verwendung eines halbautomatischen Defibrillators durch. (15,16)

#### Notfallsanitäter\*in (NFS):

Aufbauend auf die Rettungssanitäter\*innen-Ausbildung kann im Rahmen des Moduls 2 die Ausbildung zu dem\*der Notfallsanitäter\*in absolviert werden. Diese Ausbildung umfasst insgesamt mindestens 480 Stunden, welche sich aus 160 Stunden Theorie, 40 Stunden Krankenhauspraktikum und nochmals 280 Stunden Praxis am Notarzteinsatzmittel zusammenfassen lassen. Auch in dieser Ausbildung erfolgt nach erfolgreicher Absolvierung des gesamten Kurses und Praktikums eine kommissionelle Abschlussprüfung.

Zu den Qualifikationen der Notfallsanitäter\*innen gehören die Assistenz der Notärzt\*innen bei der Behandlung von Patient\*innen. Jedoch dürfen NFS anhand der Arzneimittelliste 1, welche für jedes Bundesland von den jeweiligen Chefärzt\*innen freigegeben wird, eine Reihe an Medikamenten ohne ärztliches Personal verabreichen. (15,16)

#### Arzneimittelliste 1 LV Kärnten (lt. Version 1 2025 des ÖRK LV Kärnten)

- Adrenalin → schwere Anaphylaxie, Epiglottitis, Pseudokrapp, Inhalationstrauma
- Diazepam → bestehender cerebraler Krampfanfall
- Ipratropiumbromid → akuter Bronchospasmus
- Midazolam → bestehender cerebraler Krampfanfall
- Methoxyfluran → sehr starke Schmerzen
- Paracetamol → leichte Schmerzen
- Salbutamol → akuter Bronchospasmus

Notfallsanitäter\*in mit allgemeinen Notfallkompetenzen NKA/NKV: Für Notfallsanitäter\*innen besteht die Möglichkeit sich die Zusatzqualifikation „allgemeine Notfallkompetenzen“ anzueignen. Unter den allgemeinen Notfallkompetenzen versteht man die Anwendung bestimmter freigegebener Medikamente anhand der Arzneimittelliste 2, diese wird wie schon die Arzneimittelliste 1 durch die jeweiligen Chefärzt\*innen freigegeben. Diese Kompetenz wird als NKA, also Notfallkompetenz Arzneimittellehre bezeichnet. Ebenso ist das Legen einer peripheren Venenverweilkanüle und das Infundieren einer kristalloiden Infusion zulässig. Diese Maßnahme erfordert jedoch die Ausbildung zur Notfallkompetenz Venenzugang und Infusion. Die NKA-Ausbildung umfasst einen theoretischen Teil mit 40 Stunden und eine kommissionelle Abschlussprüfung. Für die NKV-Ausbildung ergeben sich insgesamt 50 Stunden, davon sind 10 Stunden Theorie und die weiteren 40 Stunden Praxis im Krankenhaus und ebenso gefolgt von einer kommissionellen Abschlussprüfung. Wichtig zu erwähnen ist, dass die angeführten Maßnahmen erst nach strengen Indikationsstellungen angewendet werden dürfen, vor allem, wenn die Behandlung mit „weniger invasiven“ Maßnahmen bereits ausgeschöpft wurde. Die Ausübung der „allgemeinen Notfallkompetenzen“ erfordert eine ärztliche Anordnung oder die Verständigung des\*der Arztes\*Ärztin, wenn kein ärztliches Personal am Einsatzort anwesend ist.(15)

#### Arzneimittelliste 2 LV Kärnten (lt. Version 1 2025 des ÖRK LV Kärnten)

- Adrenalin → Atem-Kreislaufstillstand
- Amiodaron → Atem-Kreislaufstillstand, schockbar
- Dimentinden, Diphenhydramin → schwere Anaphylaxie
- Esketamin → sehr starke Schmerzen
- Glukose → Hypoglykämie
- Ibuprofen → starke Schmerzen
- Isotone Kochsalzlösung → Hypovolämie
- Ketoprofen → starke Schmerzen
- Ondansetron → Übelkeit, Erbrechen
- Urapidil → Hypertensiver Notfall

**Tabelle 1 Zusammenfassung der Ausbildungsstunden im Roten Kreuz LV Kärnten,  
eigenhändige Skizze (15)**

<b>Stundenübersicht</b>				
	<b>RS</b>	<b>NFS</b>	<b>NKA</b>	<b>NKV</b>
<b>Theorie</b>	100 h	160 h	40 h	10 h
<b>Praxis</b>	160 h	320 h	-	40 h
<b>Summe</b>	260 h	480 h	40 h	50 h

### 1.3 Ablauf der Pentthrop®-Anwendung im Roten Kreuz LV Kärnten

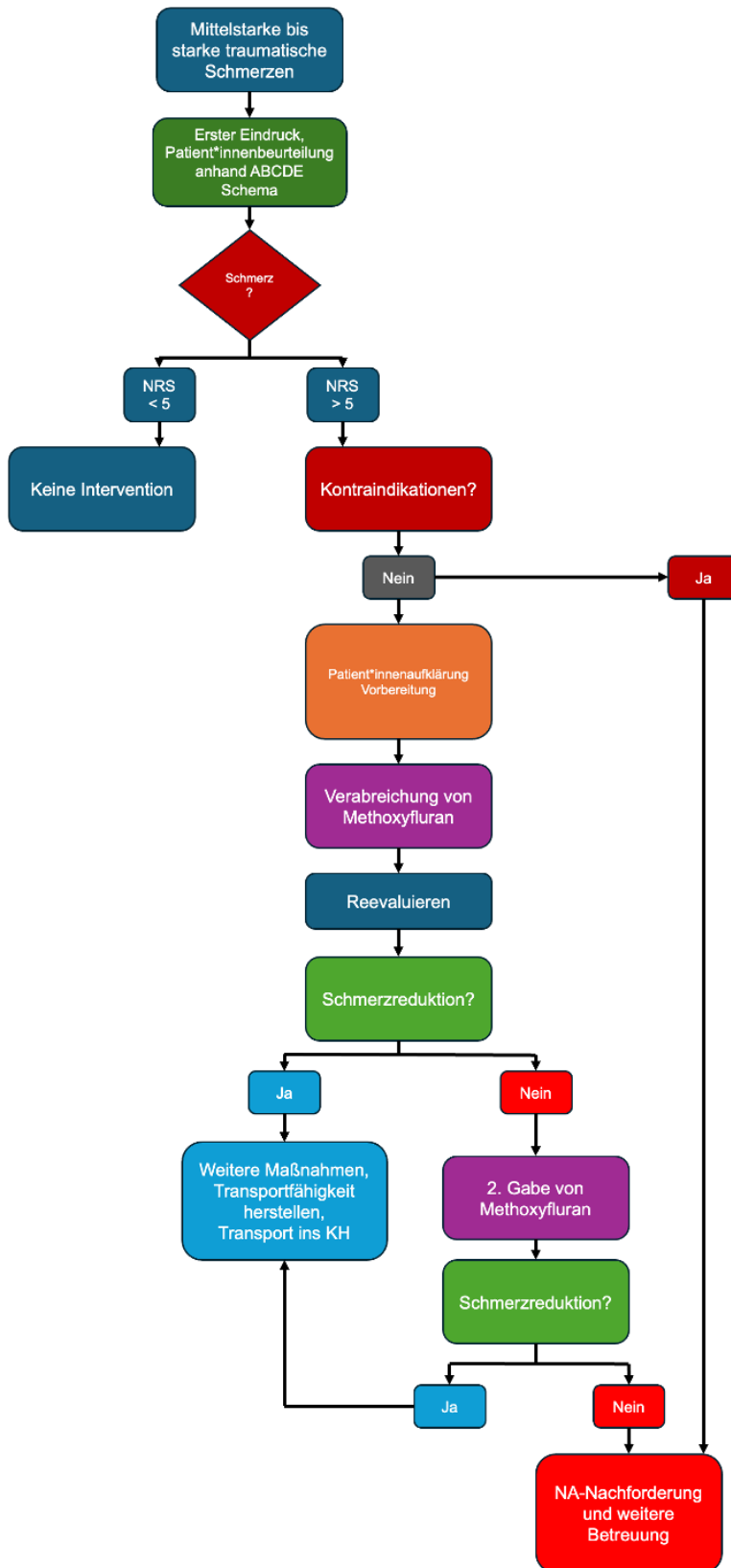


Abbildung 4 Algorithmus Pentthrop®, eigenhändige Skizze von Slamanig J.

Nach Alarmierung und Eintreffen am Berufungsort erfolgt die Ersteinschätzung der verletzten Person. Anhand des ABCDE Schemas wird die Indikation überprüft, ob eine medikamentöse Intervention mittels Methoxyfluran indiziert ist. Hierbei spielt die Schmerzanamnese mit Benennung eines Wertes mithilfe der Numeric Rating Skala eine tragende Rolle. Im Rahmen des ABCDE Schemas, welches internationale Bedeutung hat, werden unter anderem die Vitalparameter gemessen. Die in diesem Algorithmus gemessenen Werte sind folgende: Atemfrequenz, Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung und Blutdruck. Ebenso kann der Blutzuckerspiegel und die Körpertemperatur gemessen werden. Diese zwei Werte wurden jedoch nicht in die Datenauswertung miteinbezogen.

Bei einem NRS-Wert über 5 und traumatisch bedingten Schmerzen liegt eine Pentrop®-Indikation vor. Bevor es zur Anwendung von Methoxyfluran kommen kann, ist eine genaue Anamnese der betroffenen Patient\*innen mit Ausschluss der Kontraindikationen unumgänglich. Bei Vorliegen einer respiratorischen Insuffizienz, einer Bewusstlosigkeit, einer chronischen Niereninsuffizienz, einer Kopfverletzung sowie einer Allergie oder Unverträglichkeit gegen den Wirkstoff Methoxyfluran ist die Pentrop®-Verwendung kontraindiziert. Bei Patient\*innen, bei denen familiär ein Hinweis auf eine maligne Hyperthermie besteht oder die in der Vergangenheit direkt davon betroffen waren, ist besondere Vorsicht geboten. In diesem Fall darf Methoxyfluran nicht angewendet werden.

Ergeben sich durch die gezielte Befragung von Patient\*innen keine Kontraindikationen wird Methoxyfluran nach ausreichender Aufklärung der Patient\*innen, Vorbereitung des Devices und Rückmeldung an die Rettungsleitstelle des ÖRK Landesverband Kärnten, verabreicht. Die Patientencompliance spielt dabei eine wichtige Rolle. Nach der Inhalation soll eine Reevaluierung des Zustandes der Patient\*innen, der Vitalparameter und vor allem der Schmerzen erfolgen.

Kann durch die Pentrop®-Gabe eine Schmerzverminderung erzielt werden, ist die weitere Versorgung der verletzten Person (zum Beispiel durch Schienung betroffener Extremitäten, Ruhigstellung mithilfe der Vakuummatratze,

Wundversorgung, Basismaßnahmen, Umlagerung etc.) anzustreben. In weiterer Folge soll die Transportfähigkeit hergestellt werden und im Anschluss der Transport ins nächstgelegene geeignete Krankenhaus erfolgen. Kommt es durch die Inhalation von Methoxyfluran zu keiner adäquaten Schmerzlinderung, gibt es die Möglichkeit Pentthrop® ein zweites Mal zu verabreichen. Hierbei ist jedoch wichtig zu wissen, dass ein neuer Pentthrop®-Inhalator zur Verfügung stehen muss. Nach der Inhalation erfolgt wiederum eine Reevaluierung, wie oben beschrieben. Bei vorliegender Schmerzreduktion kann durch die Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen die weitere Versorgung und der Transport ins Krankenhaus erfolgen. Ergibt sich nach der Inhalation jedoch keine Schmerzlinderung, muss ein\*e Notarzt\*Notärztin nachgefordert werden, um eine Schmerzreduktion und die Transportfähigkeit der betroffenen Person herstellen zu können.

Vor der Übergabe im Krankenhaus soll abermals die Reevaluierung des Zustandes der Patient\*innen, der Vitalparameter und der Schmerzen erfolgen.

Während der Erstbeurteilung der verletzten Person ist besonders auf die Einsatzindikation von Methoxyfluran zu achten. Kann durch rein sanitätstechnische Maßnahmen, wie beispielsweise die Ruhigstellung oder Schienung der betroffenen Extremität eine Schmerzlinderung bei dem\*der Patient\*in erzielt werden, darf keine medikamentöse Intervention durch Notfallsanitäter\*innen mit allgemeinen Notfallkompetenzen erfolgen. Die konventionellen sanitätstechnischen Maßnahmen sollen zuvor ausgeschöpft werden, bevor weitere „invasivere“ Interventionen herangezogen werden.

## 1.4 Begründung der Fragestellung

Die präklinische Behandlung von traumatischen Schmerzen zählt zu den häufigsten Gründen für die Alarmierung einer notärztlichen Fachkraft. Eine intravenöse Gabe eines Schmerzmittels durch ärztliches Personal ermöglicht in der Regel eine adäquate Reduktion der Schmerzen und kann dadurch zum einen den Leidensdruck minimieren und zum anderen die Transportfähigkeit der betroffenen Person sicherstellen. An insgesamt neun bodengebundenen Notarzteinsatzfahrzeug-Stützpunkten und vier Notarzhubschrauberstützpunkten, wobei zwei davon saisonal in Betrieb sind, wird versucht die notärztliche Versorgung in Kärnten sicherzustellen. Jedoch ist dies nicht immer möglich, da Notärzt\*innen nicht immer sofort verfügbar sind. Beispielsweise weil sie bereits in einem laufenden Einsatz gebunden sind oder auch zu lebensbedrohlichen Notfällen vorrangig disponiert werden.

Um die Notärzt\*innen für Einsätze mit kritisch kranken Personen, die auch eine ärztliche Intervention erfordern, freizuhalten und dementsprechend das Notarztsystem etwas zu entlasten, wurde auch in Kärnten, wie schon in einigen anderen österreichischen Bundesländern, die Medikamentengabe durch nicht-ärztliches Personal erweitert. Im Jahr 2023 wurde erstmals in der Organisation des Roten Kreuzes Landesverband Kärnten die Anwendung von Methoxyfluran durch Notfallsanitäter\*innen mit der Zusatzkompetenz Arzneimittelliste 2 zugelassen. Da bisher keine Untersuchungsdaten bezugnehmend auf die nicht-ärztliche Anwendung von Methoxyfluran im ÖRK Kärnten vorlagen, wurde eine Datenerhebung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Erhebung wurden ausgewertet und in dieser Arbeit aufgezeigt.

## **1.5 Zielsetzung und Einschränkungen/Abgrenzungen**

Ziel dieser Arbeit war es die Schmerzreduktion durch die Gabe von Methoxyfluran, welches als inhalatives Analgetikum seit 2023 im ÖRK Kärnten zugelassen ist, zu untersuchen. Neben der Untersuchung hinsichtlich der analgetischen Wirkung, wurden auch andere Aspekte, wie die Handhabung der Anwender und die Anwendersicherheit im präklinischen Setting näher betrachtet. Ebenfalls wurde untersucht, ob durch die Pentthrop®-Gabe durch nicht-ärztliches Personal eine ausreichende Analgesie erzielt werden konnte, um dadurch zu einer partiellen Entlastung des Notarztsystems in Kärnten beizutragen. Ergänzend erfolgte eine Analyse der Vitalparameter im Verlauf sowie die Beobachtung etwaiger Nebenwirkungen, um Rückschlüsse auf das Risikoprofil von Methoxyfluran ziehen zu können.

Die Zusammenfassung aller Untersuchungsergebnisse soll auch Aufschluss darüber geben, ob Pentthrop® in Zukunft nicht nur für Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen NKA und NKV, sondern auch auf weitere Ausbildungsstufen im Rettungsdienst ausgeweitet werden kann.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Studiendesign**

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Studie, welche im Regeldienst des ÖRK im Landesverband Kärnten (monozentrisch) durchgeführt wurde. Die Daten wurden vom ÖRK des Landesverbandes Kärnten zur Verfügung gestellt. Es wurden in insgesamt 8 Bezirken, sowohl an den Bezirksstellen als auch an den Ortsstellen des Roten Kreuzes Landesverband Kärnten von Notfallsanitäter\*innen mit allgemeinen Notfallkompetenzen Daten erhoben. Die Dateneintragung erfolgte auf freiwilliger Basis in einem Zeitraum von November 2023 bis Mai 2025.

Da es sich um eine retrospektive Studie handelt wurde auf eine formale Fallzahl/Power-Berechnung verzichtet.

### **2.2 Einschlusskriterien**

Einschlusskriterien dieser Studie waren ein Alter über 18 Jahren, sowie ein traumatisch bedingter Schmerz mit NRS > 5. Die Gabe von Methoxyfluran mithilfe des Inhalationsdevices, das mit 3 ml 99% der Substanz befüllt wird, wurde auf 6 ml 99% Methoxyfluran bei der Anwendung begrenzt. Nach Indikationsstellung, Ausschluss etwaiger Kontraindikationen, Patientenaufklärung und Rückmeldung an die Rettungsleitstelle des ÖRK Kärnten, durfte Pentrop® durch nicht-ärztliches Personal verabreicht werden. Konnte durch die Inhalation von Methoxyfluran keine ausreichende Schmerzreduktion bei der verletzten Person erzielt werden, wurde die Indikation zur Notarztnachforderung gestellt.

### **2.3 Ausschlusskriterien**

Die Ausschlusskriterien waren ein Alter unter 18 Jahren, die respiratorische Insuffizienz, bewusstlose Personen, Personen mit chronischer Niereninsuffizienz, Personen mit einer Kopfverletzung, eine anamnestisch erhebliche maligne Hyperthermie und eine bekannte Allergie/Unverträglichkeit gegen den beinhaltenen Wirkstoff.

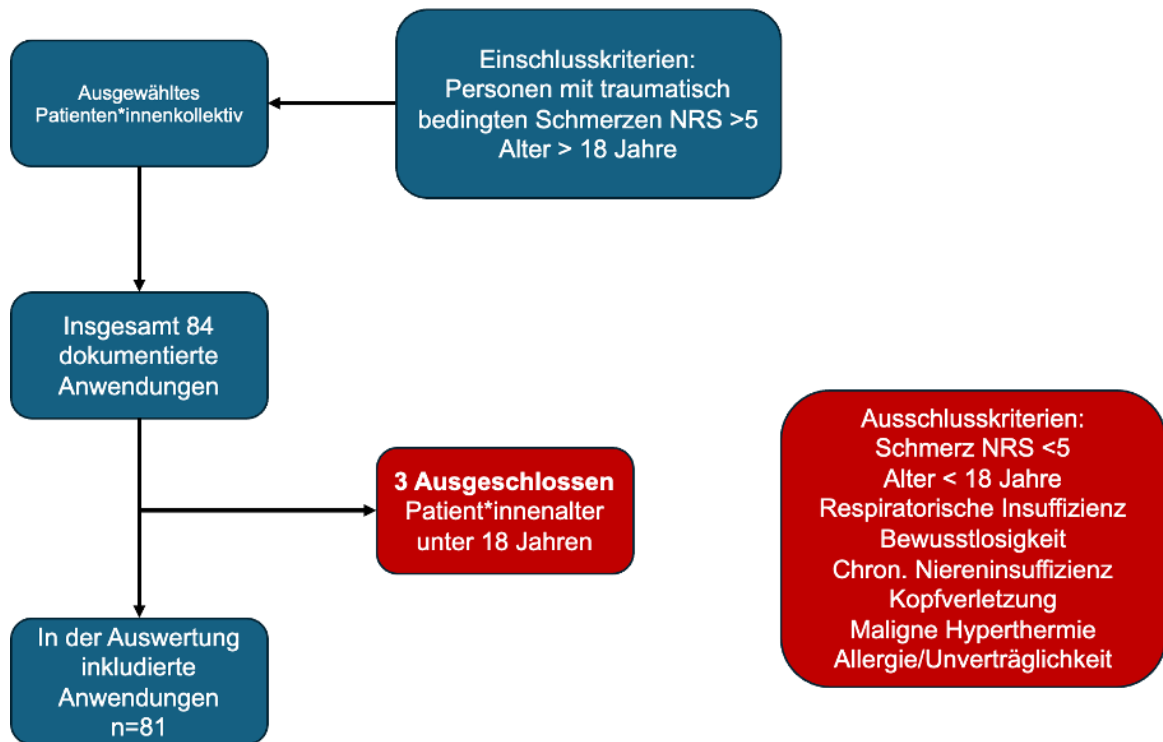


Abbildung 5 Flow-Diagramm, eigenhändige Skizze von Slamanig J.

## 2.4 Datenerhebung

Die Erhebung der Daten erfolgte mithilfe des Datenerfassungstools „Evasys“, welches online abrufbar ist und vom Ausbildungszentrum des ÖRK Kärnten genutzt wird.

Das Ausbildungszentrum des ÖRK Kärnten versendete an alle Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen eine E-Mail mit entsprechendem QR-Code, ebenso sollte in den einzelnen Bezirksstellen sowie auch Ortsstellen ein solcher QR-Code ausgehängt werden. Durch den QR-Code gelangten die Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen zum Dokumentationsbogen, in welchen sie die gestellten Fragen ausfüllen und anschließend den Dokumentationsbogen absenden konnten. Im Anhang dieser Arbeit findet sich ein Musterdokumentationsbogen.

Mithilfe des Datenerfassungstools „Evasys“ wurden die Daten gesammelt und nach Beendigung des Beobachtungszeitraumes als Rohdaten in eine Microsoft Excel-Datei übertragen.

## 2.5 Outcome – erhobene Daten

Die Daten wurden anonymisiert erhoben. Es wurden keinerlei sensible Personendaten, wie Name, Geburtsdatum etc. dokumentiert. Grundlegend wurden neben demographischen Daten wie dem Geschlecht, Altersgruppen, Körpergewicht und Körpergröße auch der Schmerz vor bzw. nach Gabe von Methoxyfluran (Penthrop®), sowie die Zufriedenheit der Anwender\*innen, die Zufriedenheit der Patient\*innen, etwaige Nebenwirkungen, Notwendigkeit einer ärztlichen Nachforderung und einmalige Verabreichungswiederholung erhoben. Ebenso wurden die Vitalparameter vor und nach Penthrop®-Gabe ausreichend dokumentiert.

Folgend findet man einen Überblick über die Daten, welche im Datenerfassungstool „Evasys“ erhoben wurden.

**Tabelle 2 Erhobene demographische Parameter**

Demographische Daten
Geschlecht
Altersgruppen
Körpergewicht
Körpergröße

**Tabelle 3 Erhebung der Schmerzen**

Schmerzbeurteilung
Schmerz anhand der NRS während der Erstbeurteilung
Schmerz anhand der NRS bei der Übergabe im Krankenhaus

**Tabelle 4 Handhabung durch den NFS/NKA**

Handhabung von NFS/NKA (unsicher - sicher)
Vorbereitung
Aufklärung der betroffenen Person
Verständigen der Leitstelle
Verabreichung des Medikamentes

**Tabelle 5 Erhobene Vitalparameter vor Methoxyfluran-Gabe**

Vitalparameter vor Intervention
Atemfrequenz (x/min)
Herzfrequenz (x/min)
Sauerstoffsättigung (%)
Blutdruck (mmHg)

**Tabelle 6 Erhobene Vitalparameter nach Methoxyfluran-Gabe**

Vitalparameter nach Intervention
Atemfrequenz (x/min)
Herzfrequenz (x/min)
Sauerstoffsättigung (%)
Blutdruck (mmHg)

**Tabelle 7 Erhobene Nebenwirkungen**

Nebenwirkungen
Schwindelgefühl
Kopfschmerz
Schläfrigkeit
Dysgeusie
Husten
Übelkeit
Euphorische Stimmung
Hitzgefühl
Hypertonie
Hypotonie

**Tabelle 8 Erhebung einer weiteren Intervention**

Notwendigkeit einer 2. Gabe (max. Dosis 6 ml 99%)
Ja
Nein

**Tabelle 9 Erhebung der Notarznachforderung**

Notwendigkeit einer Notarznachforderung

Ja

Nein

**Tabelle 10 Erhobene Zufriedenheit**

Zufriedenheit (Skala in Schulnoten)

Anwender\*innenzufriedenheit

## **2.6 Statistische Auswertung**

Die im Evasys erhobenen Daten wurden als Rohdaten in digitalisierter Form in Microsoft Excel übertragen. Nach Übertragung erfolgte die statistische Auswertung mithilfe von SPSS 29. Es folgte eine deskriptive Statistik. Häufigkeiten wurden als absolute und prozentuelle Werte angegeben.

Die untersuchten Daten wurden mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung geprüft und als Median und Inter-Quartilsabstand bzw. arithmetisches Mittel und Standardabweichung angegeben. Der Vergleich von prä- und postinterventionellen Zielgrößen erfolgte anhand statistischen Tests für zusammenhängende Stichproben. Unterschiede von nicht normal verteilten Größen wurden je nach Zielgröße mittels Wilcoxon-Tests ermittelt.

## **2.7 Ethische Überlegung**

Hierbei handelt es sich um eine retrospektive Studie mit einem seit 2018 in Österreich zugelassenen Medikament. Die erhobenen Daten werden anonymisiert vom ÖRK Kärnten zur Verfügung gestellt und dann ausgewertet. Für den Einzelnen entsteht durch die Erhebung der zu untersuchenden Daten kein Nachteil.

Ebenso wurde das Votum der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz (EK Nummer 1019/2024) eingeholt.

### 3. Ergebnisse/Resultate mit graphischen Darstellungen

In einem Zeitraum von 19 Monaten (November 2023 bis Mai 2025) konnten 84 Anwendungen im Datenerhebungssystem des Roten Kreuz Landesverband Kärnten erfasst werden, davon wurden 3 Anwendungen ausgeschlossen.

Im November 2023 und Juni 2024 wurden die meisten Dateneinträge mit jeweils 11,1% erfasst. Die geringsten Eintragszahlen waren im März und Mai 2025. In diesen Monaten wurde nur jeweils eine Anwendung dokumentiert, was man dem folgenden Diagramm entnehmen kann.

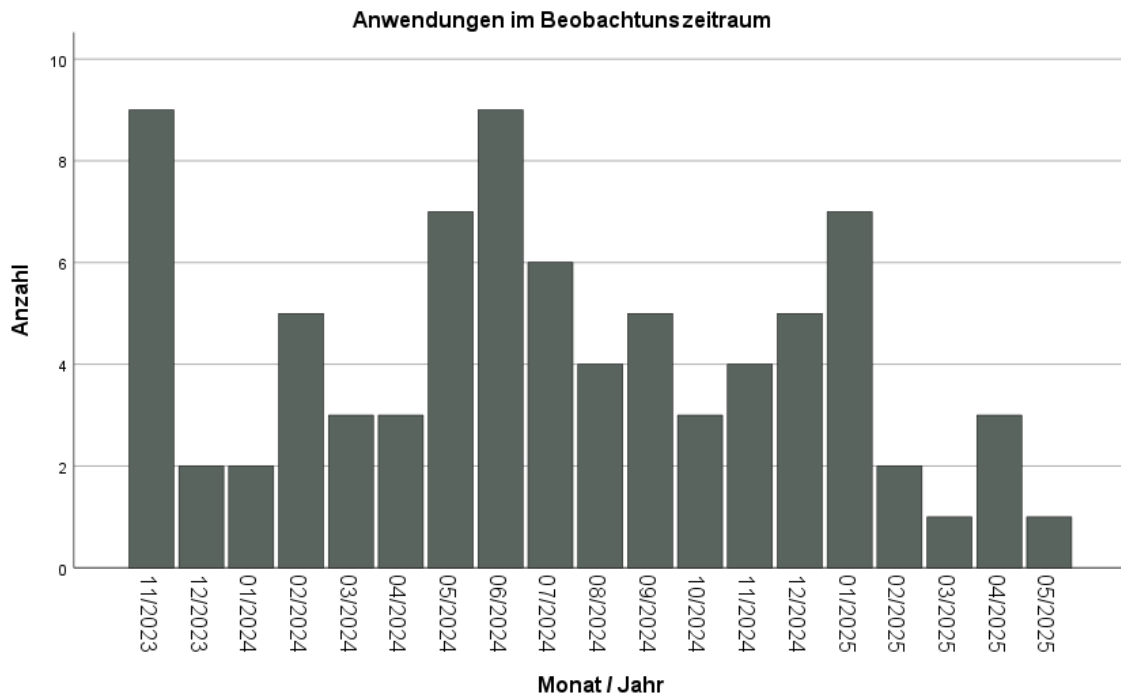
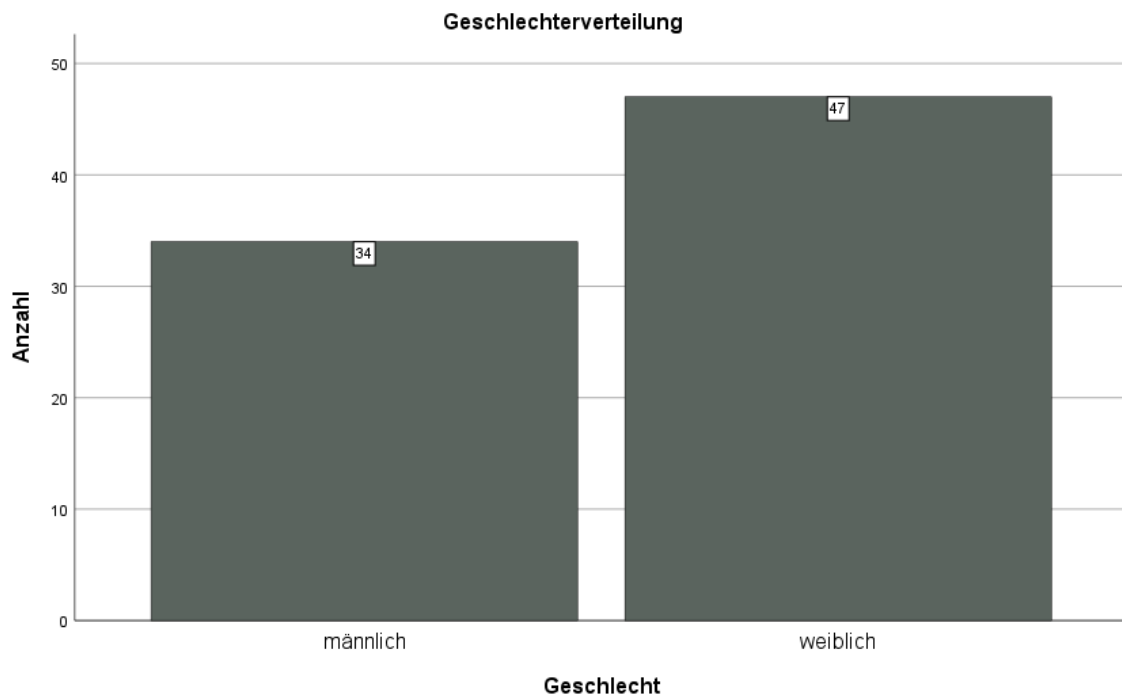


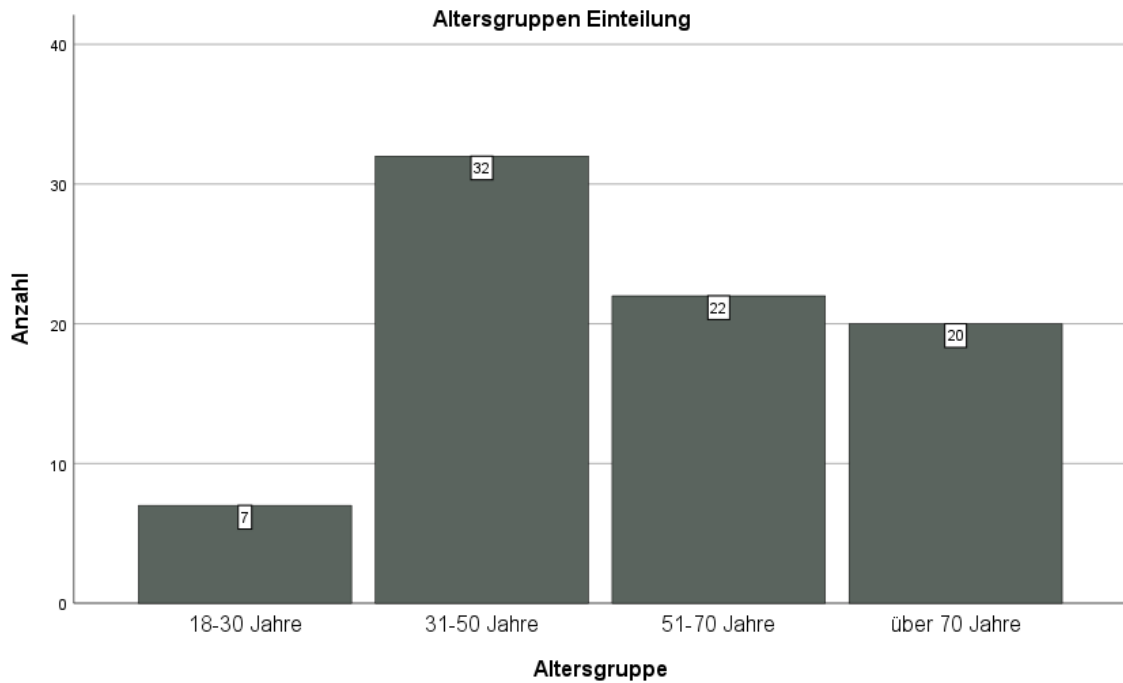
Abbildung 6 Anwendungszeitraum

Bezüglich der Geschlechterverteilung wurden folgende Daten erhoben. Von den insgesamt 81 dokumentierten Bögen waren 34 der untersuchten Personen männlich (42%) und 47 weiblich (58%).



**Abbildung 7 Geschlechterverteilung**

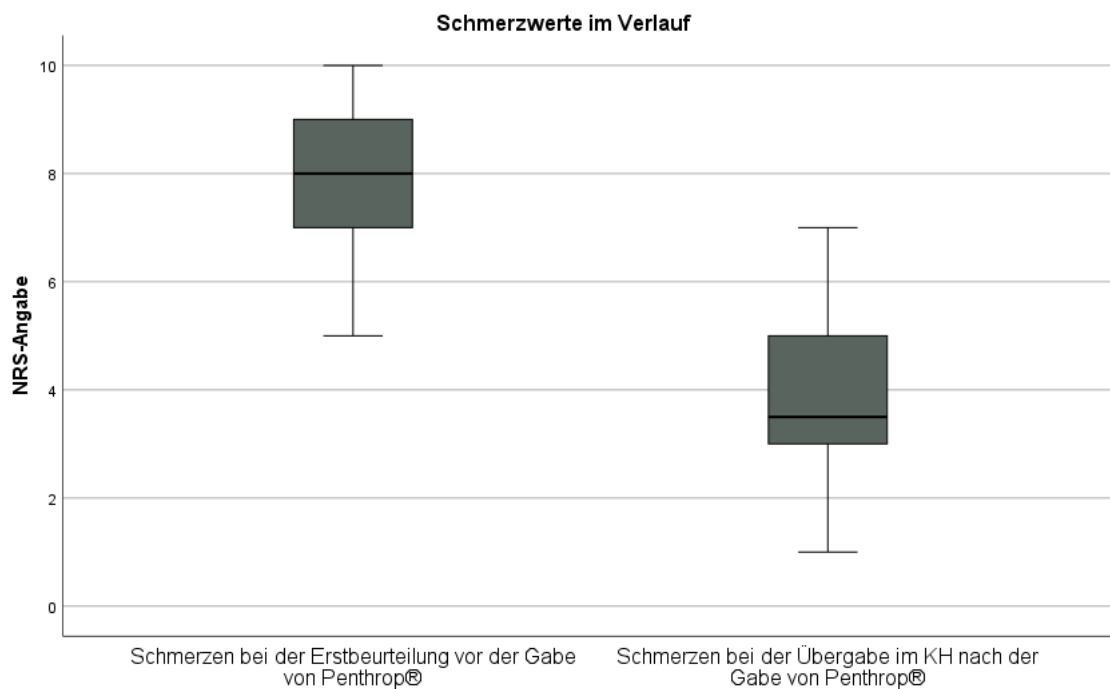
Für die Erhebung des Alters wurden die folgenden Altersgruppen zur Auswahl erstellt.



**Abbildung 8 Altersgruppen**

Die Altersgruppe „31-50 Jahre“ wurde mit der größten Häufigkeit genannt. Sie machte mit 32 Nennungen einen Anteil von 39,5% aus. Daraufhin folgte die Altersgruppe „51-70 Jahre“ mit 27,2 % und die Altersgruppe „über 70 Jahre“ mit 24,7%. Mit nur insgesamt 10 Nennungen war die jüngere Altersgruppe weniger stark vertreten. 8,6% der erhobenen Personen waren zwischen 18 und 30 Jahre alt.

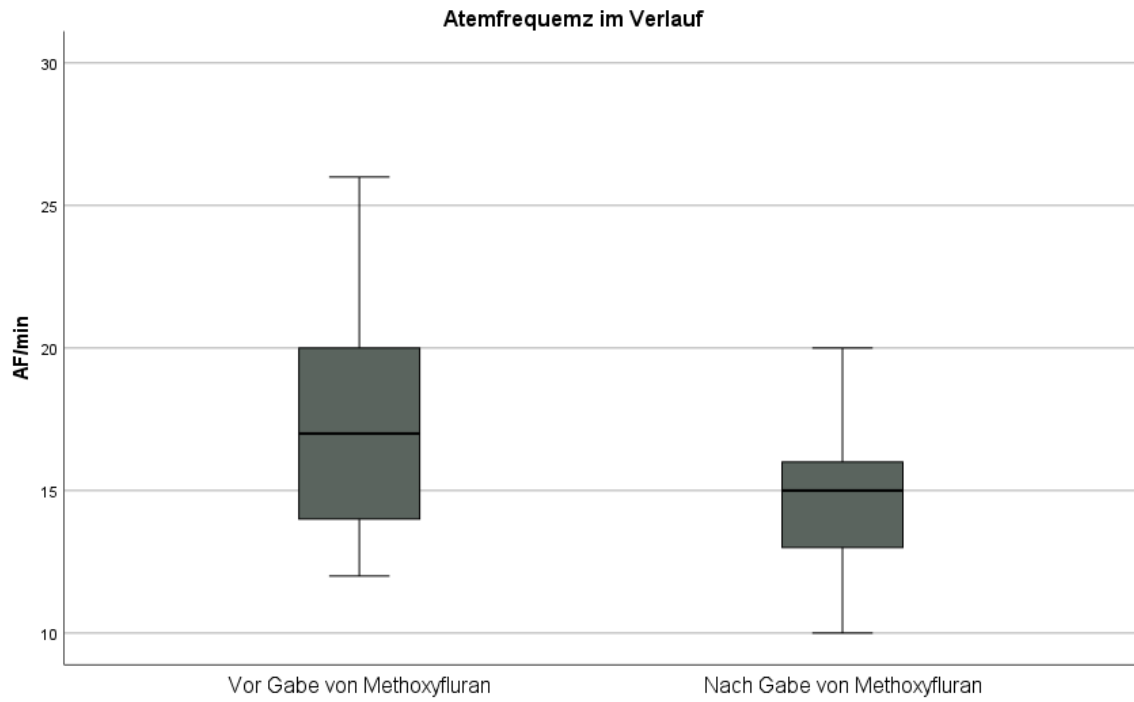
Die erste Beurteilung der Schmerzen fand vor der Pentthrop®-Anwendung anhand der NRS statt. Es zeigte sich ein initial erhobener mittlerer NRS-Wert von 7,99 (SD  $\pm$  0,135). Bei Übergabe im Krankenhaus und daraus folgend nach der Pentthrop®-Gabe wurden nur mehr 78 Nennungen der Schmerzen anhand der NRS dokumentiert. Dabei zeigte sich eine signifikante Schmerzreduktion auf einen mittleren NRS-Wert von 3,74 ( $p < 0,001$ ). Am häufigsten wurde vor der Anwendung von Methoxyfluran ein NRS-Wert von 8 genannt, das sind 38,3% der dokumentierten Fälle. Ein NRS-Wert von 10 wurde dahingehend nur einmal dokumentiert (1,2% der Anwendungen).



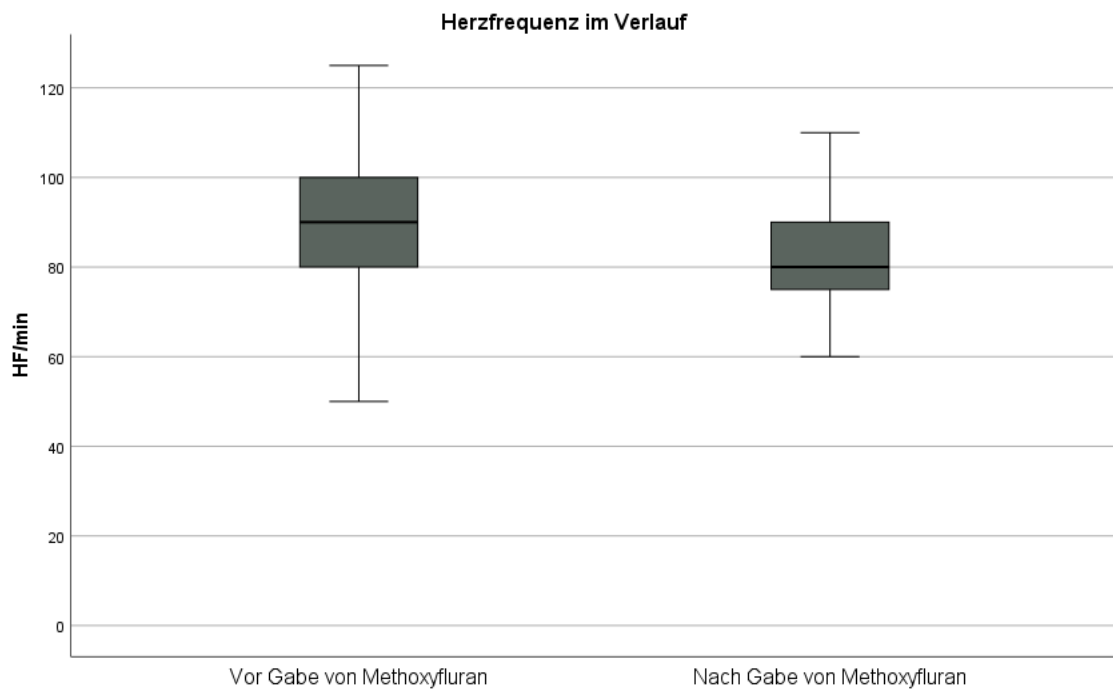
**Abbildung 9 Schmerzen im Verlauf**

Ebenso wurden noch vor Verabreichung der Substanz die Vitalparameter im Rahmen des Beurteilungsschemas erhoben. Die Untersuchungen diesbezüglich wiesen eine mittlere Atemfrequenz von 17,34 Atemzügen pro Minute (SD  $\pm$  4,276), eine mittlere Herzfrequenz von 91,86 Schlägen pro Minute (SD  $\pm$  19,168) und eine mittlere Sauerstoffsättigung von 97,74 % (SD  $\pm$  1,501) auf. Für die eben genannten 3 Größen wurden jeweils 70 Anwendungen vermerkt, 11 der jeweiligen Gruppe (AF, HF, SpO<sub>2</sub>) fehlten. Der mittlere systolische Blutdruckwert betrug 136,556 mmHg (SD  $\pm$  16,090) und der mittlere diastolische Blutdruckwert 82,049 mmHg (SD  $\pm$  9,326). Bei 18 Personen wurde der systolische Blutdruck nicht dokumentiert, bei 20 Personen fehlte die Dokumentation des diastolischen Blutdruckwertes.

Nach der Inhalation von Methoxyfluran sollte eine erneute Reevaluierung der Vitalparameter erfolgen. Im Vergleich zur Dokumentation vor der Pentrop®-Anwendung zeigten sich nur mehr 64 Nennungen der AF, 63 Nennungen der HF und 62 Nennungen der Sauerstoffsättigung. Der systolische Blutdruckwert wurde nach Inhalation nur mehr 52-mal dokumentiert und der diastolische Blutdruckwert 51-mal. Im Beobachtungszeitraum kam es zu einer signifikanten Abnahme der Atemfrequenz und Herzfrequenz (für beide Größen  $p < 0,001$ ). Analog zu den Beobachtungen der Atem- und Herzfrequenz kam es auch zu einer signifikanten Reduzierung des systolischen Blutdruckwertes auf einen mittleren systolischen Blutdruckwert von 130,673 (SD  $\pm$  13,432), bei den diastolischen Werten konnte man lediglich eine geringe, klinisch nicht signifikante Abnahme erkennen.

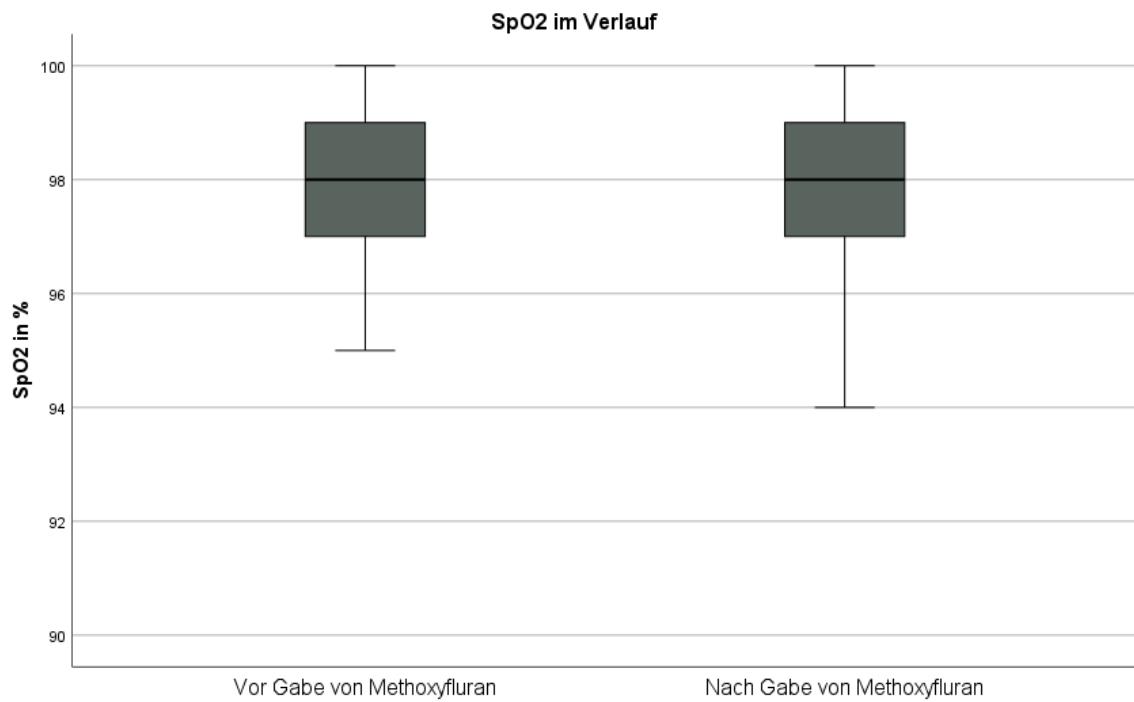


**Abbildung 10 Atemfrequenz im Verlauf**



**Abbildung 11 Herzfrequenz im Verlauf**

Hingegen zeigte die gemessene Sauerstoffsättigung keine signifikante Veränderung auf und blieb während des Einsatzverlaufes weitgehend stabil mit einer mittleren Sauerstoffsättigung von 97,26 % (SD  $\pm$  1,924).



**Abbildung 12 SpO<sub>2</sub> im Verlauf**

Die Anwendung von Methoxyfluran und die Sicherheit (inklusive Aufklärung der betroffenen Personen, Vorbereitung des Inhalationsdevices, Verständigen der Leitstelle und der Verabreichung) wurden auf einer Skala (1 = unsicher, 5 = sehr sicher) festgehalten. 86,4% der Anwender\*innen wählten für den Verabreichungsverlauf inklusive Vorbereitung des Penthop®-Inhalators auf der Skala den Punkt „sehr sicher“ aus. Hingegen wurde die Option „unsicher“ von keinen der Anwender\*innen ausgewählt.

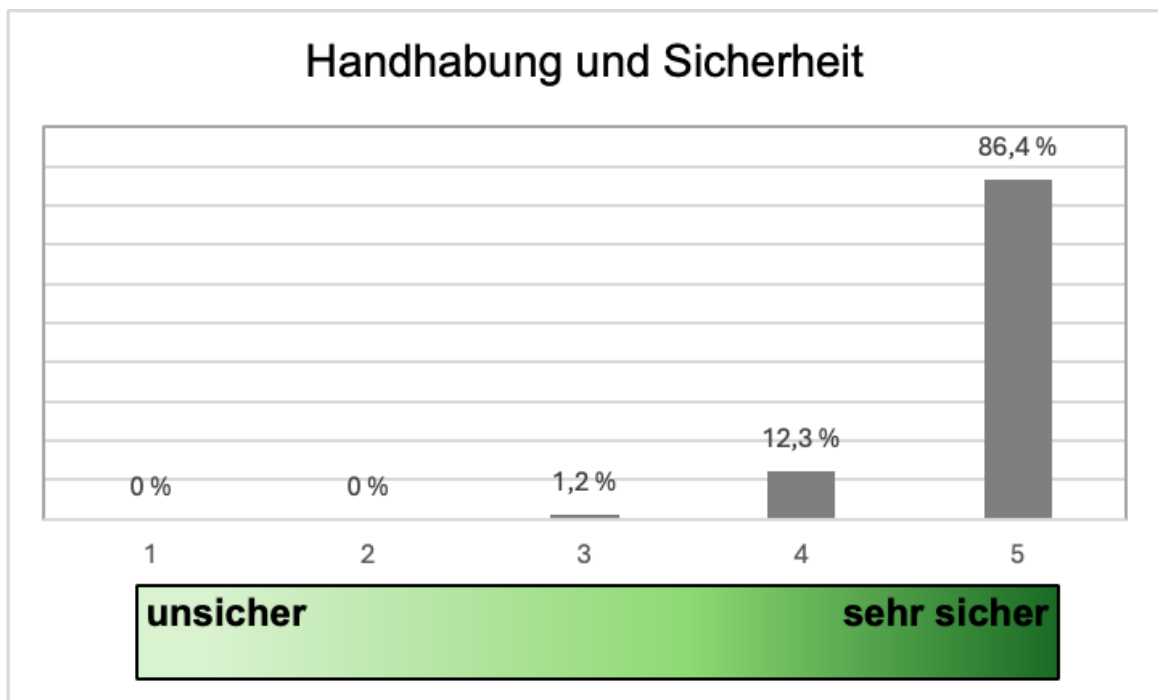


Abbildung 13 Handhabung und Sicherheit

Zur Auswahl der häufigsten Medikamentennebenwirkungen standen insgesamt 10 verschiedene Nennungen, aus denen im Fragebogen gewählt werden konnte (Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Schläfrigkeit, Dysgeusie, Husten, Übelkeit, euphorische Stimmung, Hitzegefühl, Hypertonie und Hypotonie).

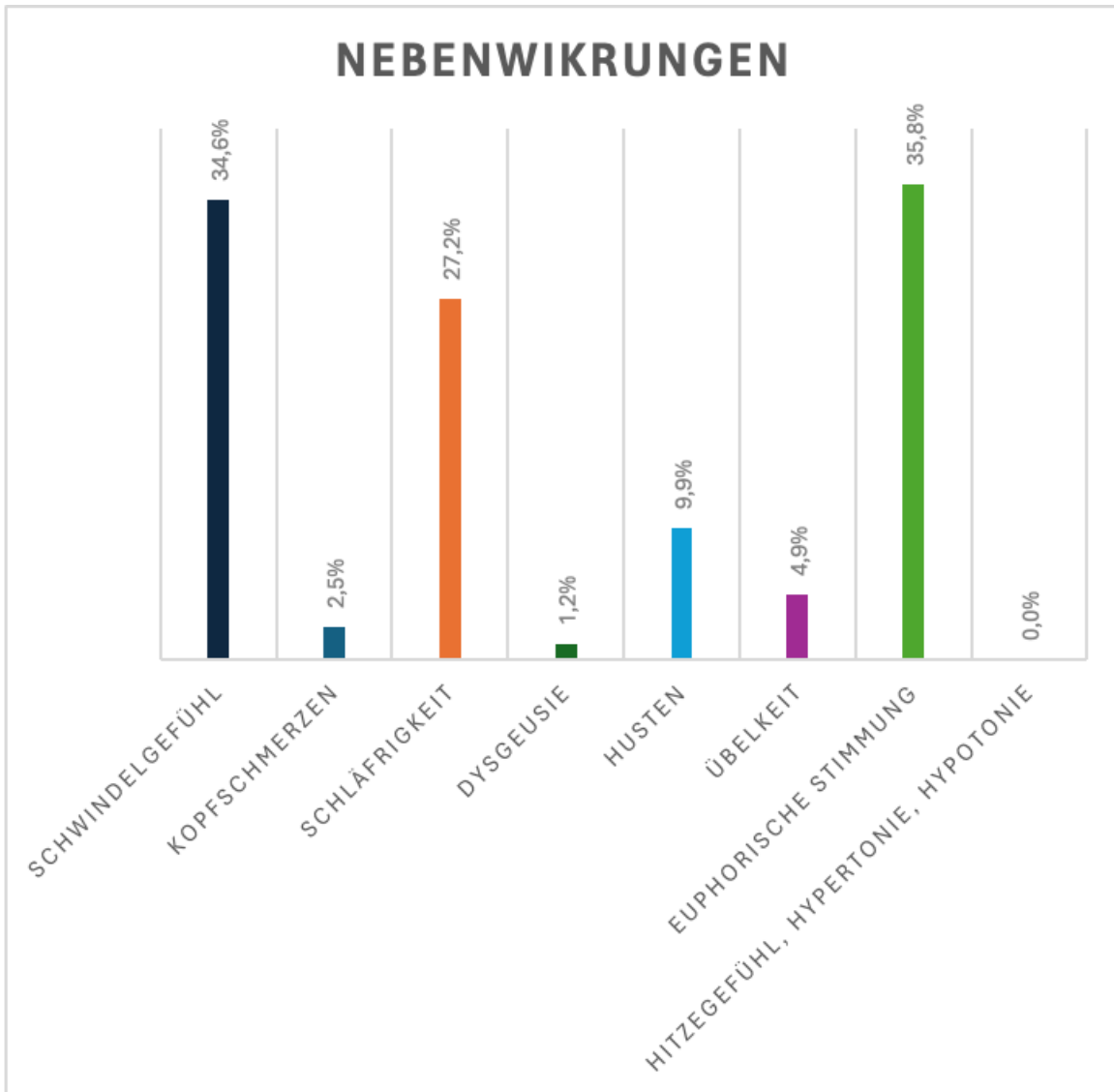
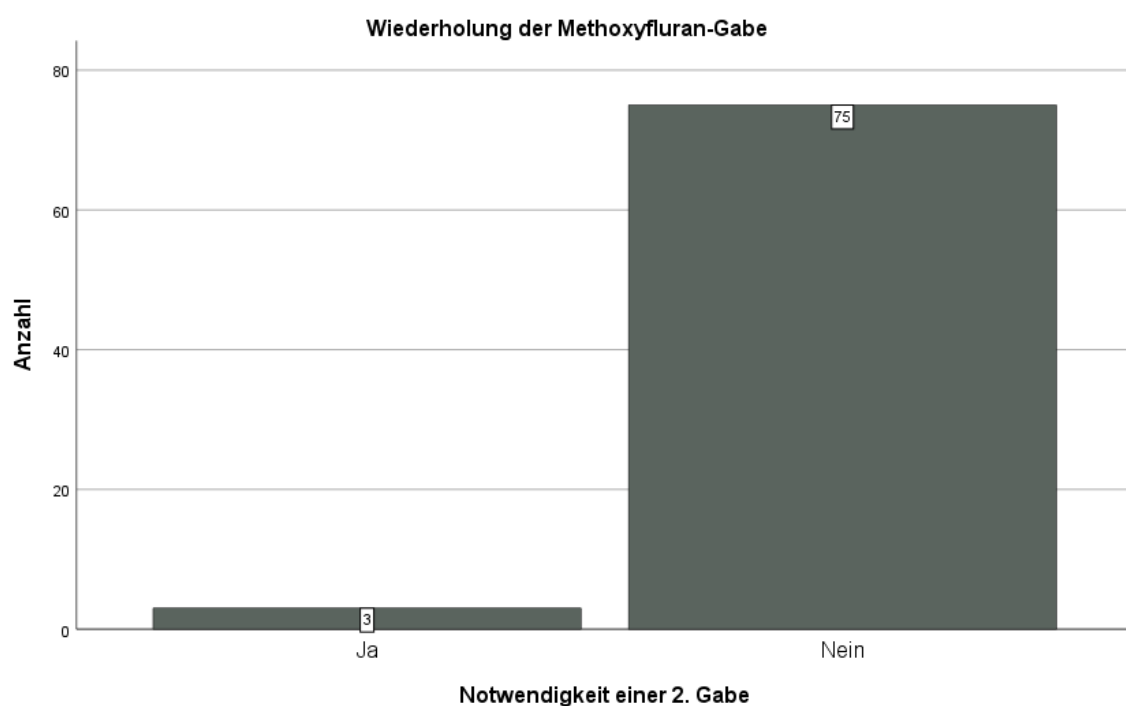


Abbildung 14 Nebenwirkungen

Wie im oben angeführten Kreisdiagramm gezeigt, wurde bei insgesamt 29 der betroffenen Personen eine euphorische Stimmung dokumentiert, daher ist diese mit 35,8% die am häufigsten beobachtete Nebenwirkung gewesen. Knapp darauffolgend trat bei 28 der Patient\*innen ein Schwindelgefühl auf. Eine Schläfrigkeit konnte bei 22 Personen beobachtet werden. Husten, Übelkeit, Kopfschmerzen und Dysgeusie wurden weniger stark wahrgenommen. Ein

Hitzegefühl, eine Hypertonie sowie auch eine Hypotonie traten während des gesamten Beobachtungszeitraumes nicht auf.

Ob eine zweite Gabe von Methoxyfluran notwendig war oder nicht, wurde insgesamt 78-mal dokumentiert. In 3 Erhebungsbögen wurde keine Dokumentation diesbezüglich vorgenommen. Bei 75 Personen war keine Anwendung eines zweiten Inhalationsdevices erforderlich. In 3 Fällen musste eine zweite Pentthrop®-Gabe erfolgen.



**Abbildung 15** Notwendigkeit einer zweiten Methoxyfluran-Gabe

Eine notärztliche Nachforderung war viermal während des Beobachtungszeitraumes dokumentiert worden. In 94,9 % der Fälle konnte durch die Notfallsanitäter\*innen mit allgemeinen Notfallkompetenzen eine Schmerztherapie ohne notärztliche Hilfestellung durchgeführt werden, das sind 75 Nennungen. 2 Dokumentationsbögen wurden ohne Eintragung, ob eine notärztliche Versorgung notwendig gewesen wäre, abgegeben.

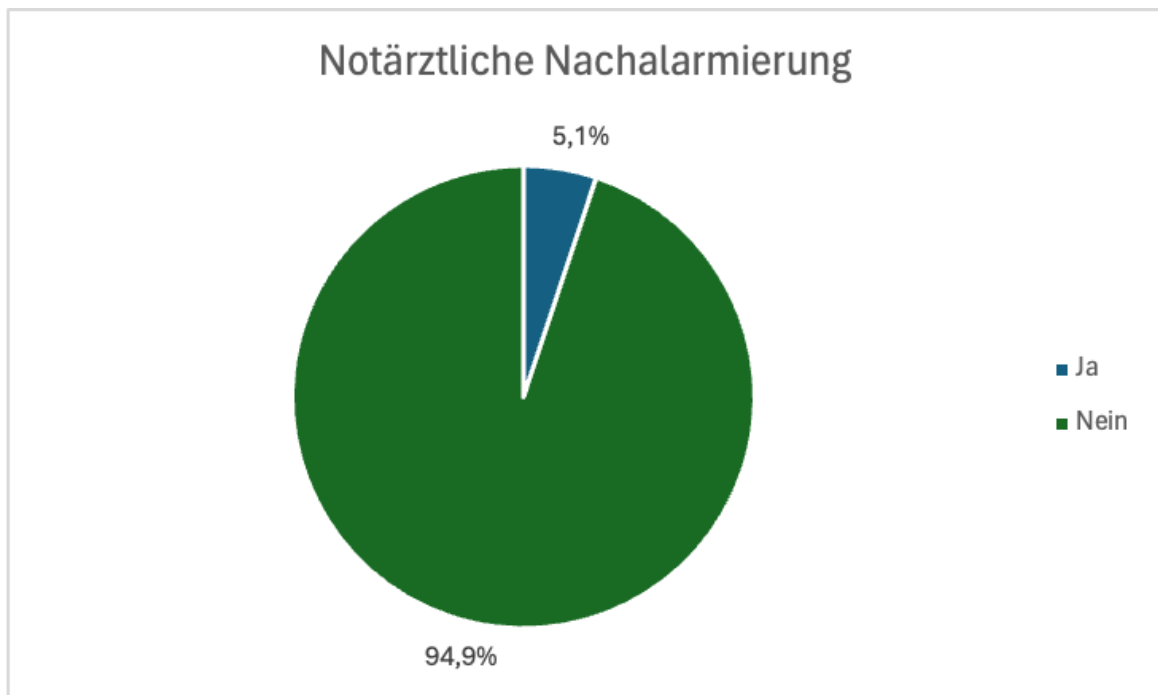


Abbildung 16 Notwendigkeit einer notärztlichen Nachforderung

Die Zufriedenheit der verabreichenden Notfallsanitäter\*innen mit Zusatzkompetenz Arzneimittelliste 2 wurde anhand der Zufriedenheit der Anwender\*innen erhoben. Auf einer Schulnotenskala (1 = sehr zufrieden bis 5 = unzufrieden) wurden 81 Nennungen dokumentiert. Die mittlere Zufriedenheit der Anwender\*innen betrug 1,31 (SD  $\pm$  0,831). Die Schulnote 1 („sehr zufrieden“) wurde insgesamt 68-mal gewählt, das macht einen Anteil von 84% aus. Hingegen wurde die Anwendung als unzufrieden (Schulnote 5) nur zweimal erfasst.

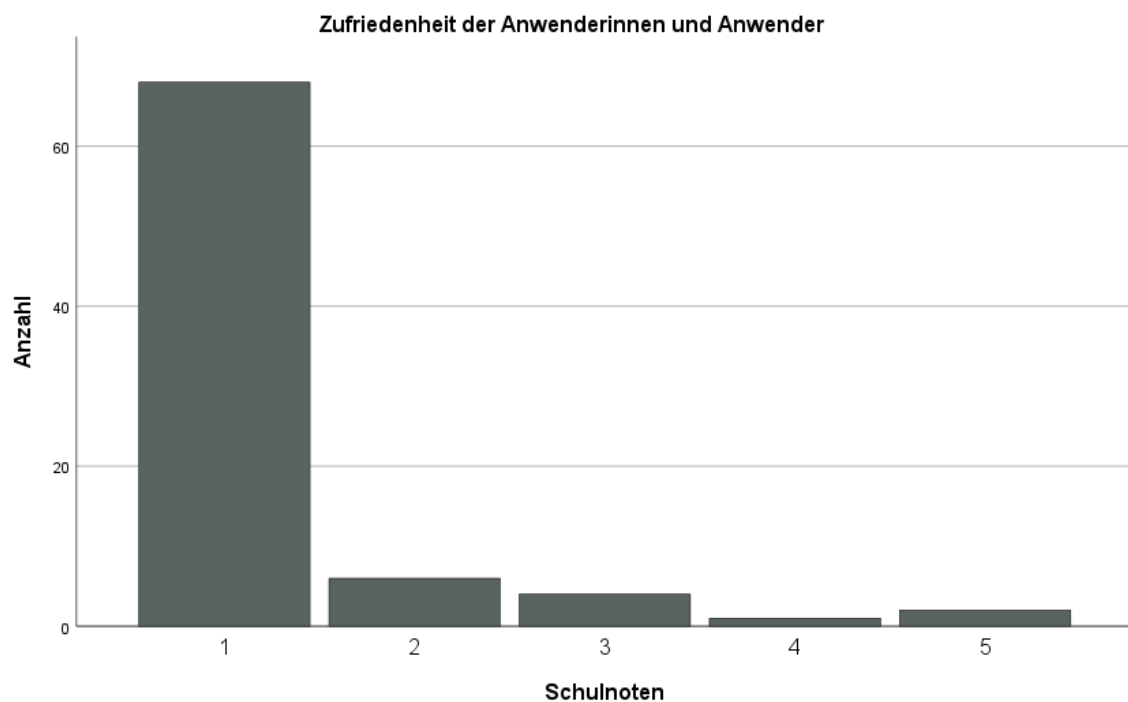


Abbildung 17 Zufriedenheit der Anwender\*innen

## 4. Diskussion

Die Auswertung der vorliegenden Daten zeigte, dass Penthop® in der präklinischen Schmerztherapie durch Notfallsanitäter\*innen mit der Notfallkompetenz Arzneimittelliste 2 eine signifikante Schmerzreduktion bei Personen mit traumatischen Schmerzen (> NRS 5) erreichen konnte. Im Mittel wurde eine klinisch relevante Schmerzminderung von 4,25 Punkten auf der Schmerzskala (NRS) erzielt, ohne dass eine Intervention durch Notärzt\*innen notwendig war. In der Vergangenheit, noch bevor die Arzneimittelliste 2 in Kärnten eingeführt wurde, war es nämlich oftmals der Fall, dass bei traumatisch bedingter Schmerzsymptomatik zunächst noch ein\*e Notarzt\*Notärztin nachgefordert werden musste, um die betroffene Person überhaupt weiter mobilisieren zu können. Eine nachträgliche Nachforderung bedeutete aufgrund der unterschiedlich langen Anfahrtszeiten auch eine Verzögerung in der Einleitung einer Schmerztherapie und dadurch einen erhöhten Leidensdruck für die schmerzgeplagte Person. Mittlerweile konnte aufgezeigt werden, dass sehr wohl eine Analgesie in einem gewissen Ausmaß allein durch Notfallsanitäter\*innen gewährleistet werden kann. Es konnte mithilfe der Inhalation von Methoxyfluran in 94,9% eine ausreichende Schmerzreduktion ohne ärztliches Personal durchgeführt werden. Diese hohe Erfolgsrate spricht für die effiziente Wirkung der Substanz und das Potential notärztliche Nachalarmierungen bei nicht kritischen Patient\*innen zu minimieren. So können die präklinischen Ressourcen besser eingesetzt werden.

In vier Fällen konnte keine ausreichende Analgesie durch das nicht-ärztliche Rettungspersonal erzielt werden. Hierbei sind einige mögliche Ursachen zu beleuchten. Möglicherweise kann das Nichtwirken an einer eingeschränkten Erklärung bzgl. Verständnis der Patient\*innen und folgend einer unzureichenden Inhalationstechnik liegen, da die Wirksamkeit von inhalativen Methoxyfluran vom sachgemäßen Gebrauch des Inhalationsgerätes abhängig ist.

Zudem ist denkbar, dass das Verletzungsausmaß und die Intensität der Schmerzen zu hoch waren, sodass eine zusätzliche Gabe von potenteren Analgetika notwendig gewesen ist. Die Gabe von solchen Wirkstoffgruppen ist gesetzlich ärztlichen Personal vorbehalten, da das die Kompetenz der Notfallsanitäter\*innen mit Zusatzkompetenz Arzneimittelliste 2 überschreiten würde. Ebenso ist bei der

Anwendung potenterer Analgetika ein kontinuierliches Monitoring der Vitalparameter unumgänglich. Ein solches Monitoring ist derzeit im präklinischen Setting des Roten Kreuzes im Landesverband Kärnten noch nicht flächendeckend verfügbar, abgesehen von den notärztlichen Einsatzmitteln.

In 75 von 78 dokumentierten Fällen war eine einmalige Gabe von Methoxyfluran ausreichend, um eine effektive Analgesie zu erzielen. Dreimal erfolgte die wiederholte Gabe von Methoxyfluran, was folgend zu einer Schmerzreduktion führte. In diesen Fällen musste auch ein First Responder (NFS/NKA) oder ein anderer Rettungstransportwagen vor Ort gewesen sein, denn in der Standardausstattung eines RTWs im ÖRK Kärnten ist lediglich ein Penthop® vorgesehen. In den drei dokumentierten Fällen, in welchen Penthop® ein zweites Mal verabreicht wurde, musste anschließend keine notärztliche Intervention erfolgen, was wiederum positiv zu erwähnen ist.

Die Ergebnisse bezüglich der Anwendung von Methoxyfluran zeigten ein sehr hohes Maß an Vertrauen in die eigene Einsatzbereitschaft. 86,4% der Anwender\*innen beurteilten den Verabreichungsprozess, inklusive Aufklärung der betroffenen Personen, Vorbereitung des Inhalationsdevices, Verständigen der Leitstelle und der Verabreichung, als „sehr sicher“. Hierbei spielt eine ausreichende Schulung der Notfallsanitäter\*innen eine wesentliche Rolle. Je intensiver und genauer die Einschulung der Notfallsanitäter\*innen erfolgt, desto leichter fällt es ihnen den Patient\*innen klare Anweisungen zu geben. Wird die Inhalation von den Patient\*innen korrekt durchgeführt, kann das wiederum den therapeutischen Erfolg positiv beeinflussen, sodass eine ausreichende Analgesie erzielt werden kann und die notärztlichen Ressourcen anderwärtig eingesetzt werden können.

Die Zufriedenheit der Anwender\*innen erbrachte ein günstiges Ergebnis. Die Dokumentation anhand der Schulnotenskala (1= sehr zufrieden bis 5= unzufrieden) zeigte einen mittleren Wert von 1,3. Der Großteil vergab die Bestnote „sehr zufrieden“ (84%), während lediglich 2 Anwendungen als „unzufrieden“ eingestuft wurden. Um die Qualität der präklinischen Schmerztherapie zu verbessern, könnte man in zukünftigen Untersuchungen Faktoren, die zu einer Unsicherheit führen wie

beispielsweise mangelnde Routine, unklare Abläufe oder praktische Fähigkeiten, näher untersuchen. Ziel der präklinischen Traumaversorgung sollte eine Steigerung der Zufriedenheit der Anwender\*innen auf 100% sein. Ein wichtiger Aspekt in dessen Umsetzung ist eine zielorientierte Schulung der dafür ausgewählten Sanitäter\*innen. Die Schulung derer sollte nicht nur theoretische Grundlagen umfassen, sondern auch die dementsprechende Praxis mit realitätsnahen Fallbeispielen. In der Aus- und Weiterbildung des Landesverbandes Kärnten wird diese Weise der Einschulung angestrebt, um in Zukunft die Qualität aufrechtzuhalten und auch langfristig weiter zu verbessern.

Die beobachteten Nebenwirkungen wiesen ein weitgehend ähnliches Nebenwirkungsprofil, wie es in der Fachliteratur beschrieben ist, auf. Die häufigste Nebenwirkung war die euphorische Stimmung mit 35,8%, gefolgt von einem Schwindelgefühl (34,6%) und einer Schläfrigkeit mit 27,2%. Diese Art von Nebenwirkungen findet man in etlichen Studien sowie Fachliteratur und gelten daher als klassische Begleiterscheinungen. Schwerwiegende Reaktionen von Methoxyfluran, wie eine respiratorische oder hämodynamische Komplikation, wurden während des gesamten Beobachtungszeitraumes nicht dokumentiert. Das bestätigt die gute Wirksamkeit und sichere Verträglichkeit von Methoxyfluran, was vor allem im präklinischen Setting von Vorteil ist. Im Hinblick auf das vergleichsweise geringere Nebenwirkungsprofil zu anderen präklinisch angewandten Wirkstoffgruppen ist Pentthrop® eine gute Addition für das präklinische Schmerzmanagement.

## 5. Limitationen

Wenngleich die Ergebnisse der Verwendung von Methoxyfluran vorwiegend positiv ausgefallen sind, existieren dennoch einige Punkte, die bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen sind.

Das Studienmodell stellt eine retrospektive Untersuchung dar, bei der die Datenerhebung auf freiwilliger Basis erfolgte, da es keine verpflichtende Dokumentation im Fragesystem gab. Somit ist das Risiko einer Dokumentationsverzerrung gegeben. Man muss davon ausgehen, dass nicht jede tatsächliche Pentrop®-Anwendung erfasst wurde.

Außerdem bezieht sich die Untersuchung ausschließlich auf Einsätze im ÖRK Kärnten. Dementsprechend ist die Übertragung der Ergebnisse auf andere Einsatzorganisationen und Bundesländer eingeschränkt. Die regionalen Unterschiede sowie das Einsatzaufkommen, unterschiedliche Ausbildungsgrade und verschiedene organisatorische Verfahrensweisen spielen hierbei eine große Rolle.

Ebenfalls zu erwähnen ist, dass Pentrop® während des Beobachtungszeitraumes zusätzlich zur Behandlung von viszeralen Schmerzen und die Anwendung durch Notfallsanitäter\*innen ohne Zusatzkompetenz Arzneimittelliste 2 durch den Chefarzt des ÖRK Kärnten freigegeben wurde. Diese Verabreichungen wurden jedoch nicht in der vorliegenden Auswertung miteingefasst. Es lässt sich also vermuten, dass sich dadurch auch der Fokus der Einsatzdisposition verändert hat: Notfallsanitäter\*innen können seit der Ergänzung von Methoxyfluran auf der Arzneimittelliste 1 zu Einsätzen, bei denen eine Versorgung mit Methoxyfluran möglich ist und auch sinnvoll erscheint, disponiert werden. Die Freigabe für die Arzneimittelliste 1 erfolgte im April 2025. Dies kann auch auf die Erweiterung der Kompetenzen der Notfallsanitäter\*innen zurückzuführen sein.

Gleichzeitig können nun Notfallsanitäter\*innen mit der Zusatzkompetenz Arzneimittelliste 2 primär für Einsätze zurückgehalten werden, bei denen umfangreichere Maßnahmen laut Arzneimittelliste 2 erforderlich sind. Außerdem

wurde Pentthrop® nicht mehr ausschließlich für die Behandlung traumatischer Schmerzen zugelassen, sondern darf seit der Änderung auch bei viszeralen Schmerzen eingesetzt werden. Betrachtet man die Anwendungen der unterschiedlichen Monate erkennt man ab März 2025 einen deutlichen Rückgang der eingetragenen Anwendungen. Die eben bereits erwähnten Faktoren haben möglicherweise zum Rückgang der Dokumentation beigetragen.

Für die Zukunft erscheint eine prospektive Studie mit einer verpflichtenden Dokumentation der Beobachtungen als sinnvoll. Hierfür wäre eine Schulung für Rettungsdienstmitarbeiter\*innen, die an der Studie mitwirken, hinsichtlich der Datenerfassung von großer Bedeutung. Damit einerseits korrekt und sorgfältig dokumentiert wird und andererseits auch keine Eintragungen der Anwendungen vergessen werden. Je detaillierter erfasst wird, desto eher lassen sich verlässliche Aussagen über Wirkung, Nebenwirkungen, Dosierungen und ähnliches treffen. Ebenso könnte eine größere und vollständig erfasste Patient\*innengruppe die Vergleichbarkeit und folgend auch die Aussagekraft erhöhen.

Die Ergebnisse dieser retrospektiven Datenanalyse zeigen, dass Methoxyfluran als inhalative Schmerztherapie in der präklinischen Behandlung akuter Schmerzen einen bedeutenden Beitrag leisten kann, vor allem in Bezug auf die Entlastung des notärztlichen Systems. Ursprünglich war es geplant mithilfe der erhobenen Daten eine mögliche Ausweitung der Anwenderkompetenz für weitere Qualifikationsstufen, beispielsweise für Notfallsanitäter\*innen, zu prüfen. Da die Freigabe für die Arzneimittelliste 1 während des Beobachtungszeitraumes erfolgte, wird diese Überlegung nun nicht miteinbezogen.

Für zukünftige Untersuchungen wäre es jedoch interessant, Pentthrop®-Verabreichungen durch Notfallsanitäter\*innen fokussierter zu untersuchen. Insbesondere eine genaue Erhebung der Zufriedenheit von Anwender\*innen sowie der Handhabung von Notfallsanitäter\*innen ohne allgemeine Notfallkompetenzen sollte durchgeführt werden, um Algorithmen anzupassen und auch das Handling der Anwender\*innen zu verbessern.

In dieser Arbeit wurden die Anwendungen von Methoxyfluran ab einem Alter von 18 Jahren miteinbezogen. Im Roten Kreuz Landesverband Kärnten ist eine Pentrop®-Inhalation schon ab einem Alter von 12 Jahren freigegeben. Während des Dokumentationszeitraumes kam es zu 3 dokumentierten Anwendungen im Alter zwischen 12 und 17 Jahren, diese wurden jedoch in dieser Arbeit ausgeschlossen und nicht ausgewertet. Für zukünftige Untersuchungen wäre es sinnvoll die Zulassungserweiterung auf die Anwendung sowohl im Kindesalter als auch im Jugendalter zu beleuchten, da derzeit eine Schmerztherapie im Kindesalter (<12 Jahren) nicht durch Sanitäter\*innen gewährleistet werden kann.

## 6. Schlussfolgerungen

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse dieser retrospektiven Untersuchung, dass Penthop® eine wirksame und sichere Handlungsoption in der präklinischen Versorgung akuter Schmerzen auch ohne notärztliche Hilfe ist. Das schon zuvor erwähnte günstige Nebenwirkungsprofil, die hohe Zufriedenheit der Anwender\*innen sowie die einfache Anwendung sind Gründe für den präklinischen Einsatz von Methoxyfluran.

Die initial gestellte Fragestellung, ob durch die Anwendung von Methoxyfluran durch Notfallsanitäter\*innen mit den allgemeinen Notfallkompetenzen eine ausreichende Schmerzreduktion und folgend die Entlastung des notärztlichen Systems im ÖRK Kärnten erzielt werden kann, konnte beantwortet werden. Es zeigte sich eine signifikante Schmerzreduktion von traumatischen Schmerzen auf die Gabe von Methoxyfluran. Ebenso kam es dadurch zu einer Reduktion der notärztlichen Nachalarmierungen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind dahingehend relevant, dass auch nicht-ärztliches Personal mit entsprechenden Ausbildungen und intensiven Schulungen eine präklinische Analgesie erzielen kann, was im präklinischen Alltag von großem Vorteil sein kann.

Limitierend für den Studienverlauf zu erwähnen sind die mangelnde Datendokumentation, sowie die Veränderungen der Arzneimittellisten 1 und 2 im ÖRK Landesverband Kärnten während des Beobachtungszeitraumes. Zwar stellten die genannten Punkte eine Einschränkung dar, jedoch sollte man die Erweiterungen der Arzneimittellisten als sehr positiv ansehen.

Aussagen über das präklinische Therapieansprechen von Methoxyfluran bei Kindern und Jugendlichen wurden in dieser Arbeit nicht untersucht.

Für die Zukunft wäre eine prospektive Studie mit Einbeziehung von sowohl traumatischen als auch viszerale Schmerzen sinnvoll. Denn je größer die untersuchende Gruppe ist, desto genauer und verlässlicher fallen auch die statistischen Aussagen aus. Ebenso wäre eine Erweiterung der Altersgruppen

bezugnehmend auf Kinder und Jugendliche zielführend, um auch eine präklinische Analgesie in dieser Altersgruppe durch nicht-ärztliches Personal garantieren zu können.

Damit eine lückenlose und ordnungsgemäße Dokumentation der Studiendaten erfolgen kann, sollten die rettungsdienstlichen Mitarbeiter\*innen regelmäßig in dafür vorgesehenen Schulungen unterwiesen werden.

## Literaturverzeichnis



1. Trimmel H, Egger A, Doppler R, Beywinkler C, Voelckel WG, Kreutziger J. Volatile anesthetics for prehospital analgesia by paramedics—An overview. *Bd. 71, Anaesthesist. Springer Medizin*; 2022. S. 233–42.
2. Buntine P, Thom O, Babl F, Bailey M, Bernard S. Prehospital analgesia in adults using inhaled methoxyflurane. *Emerg Med Australas. Dezember 2007;19(6):509–14.* Verfügbar unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18021102>.
3. Babl FE, Jamison SR, Spicer M, Bernard S. Inhaled methoxyflurane as a prehospital analgesic in children. *Emerg Med Australas. August 2006;18(4):404–10.*
4. Middleton PM, Simpson PM, Sinclair G, Dobbins TA, Math B, Bendall JC. Effectiveness of morphine, fentanyl, and methoxyflurane in the prehospital setting. *Prehospital Emergency Care. August 2010;14(4):439–47.*
5. Trimmel H, Egger A, Doppler R, Pimiskern M, Voelckel WG. Usability and effectiveness of inhaled methoxyflurane for prehospital analgesia - a prospective, observational study. *BMC Emerg Med. 15. Jänner 2022;22(1):8.*
6. Egger A, Huber T, Heschl S, Fiegl J, Burger J, Trimmel H, u. a. Efficacy and Safety of Methoxyflurane for Treatment of Acute Traumatic Pain by EMTs during Alpine Rescue Operations: The „PainDrop“ Trial. *Prehospital emergency care. 12. August 2022;1–6.*
7. Gestis-Stoffdatenbank. Verfügbar unter: <https://gestis.dguv.de/data?name=100497>. Zugriff: 14.10.2025
8. Tomlin PJ. Methoxyflurane. *Br J Anaesth. September 1965;37(9):706–9.*
9. Abdullah WA, Sheta SA, Nooh NS. Inhaled methoxyflurane (Penthrox ®) sedation for third molar extraction: A comparison to nitrous oxide sedation. *Aust Dent J. September 2011;56(3):296–301.*
10. Tomi K, Mashimo T, Tashiro C, Yagi M, Pak M, Nishimura S, u. a. Alterations in pain threshold and psychomotor response associated with subanaesthetic concentrations of inhalation anaesthetics in humans. *Br J Anaesth. 1993;70(6):684–6.*
11. Dayan AD. Analgesic use of inhaled methoxyflurane. *Hum Exp Toxicol. 1. Jänner 2016;35(1):91–100.*

12. Jephcott C, Grummet J, Nguyen N, Spruyt O. A review of the safety and efficacy of inhaled methoxyflurane as an analgesic for outpatient procedures. *Br J Anaesth.* Mai 2018;120(5):1040–8.
13. Eager MM, Nolan GS, Tonks K, Ramjeeawon A, Taylor N. Inhaled methoxyflurane (Penthrox) for analgesia in trauma: a systematic review protocol. *Syst Rev.* 1. Dezember 2021;10(1).
14. Gebrauchsinformation: Information für Anwender. Verfügbar unter: [https://medikamente.basg.gv.at/documents/138129\\_DOTC\\_GEBR\\_INFO.pdf](https://medikamente.basg.gv.at/documents/138129_DOTC_GEBR_INFO.pdf). Zugriff: 14.10.2025
15. Bundesgesetz über Ausbildung, Tätigkeiten und Beruf der Sanitäter (Sanitättergesetz – SanG). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001744>. Zugriff: 25.11.2025. 2025.
16. ÖRK. Österreichisches Rotes Kreuz Rettungsdienst Positionspapier. November 2023. Verfügbar unter: [https://www.rotekreuz.at/fileadmin/user\\_upload/PDF/Organisation/Anliegen\\_\\_\\_Forderungen/Positionspapier\\_Rettungsdienst\\_2023.pdf](https://www.rotekreuz.at/fileadmin/user_upload/PDF/Organisation/Anliegen___Forderungen/Positionspapier_Rettungsdienst_2023.pdf) Zugriff: 25.11.2025

## **Anhang**

Im Anhang ist ein Musterfragebogen, so wie er im Onlineprogramm „Evasys“ beantwortet werden sollte, ersichtlich. Dieser wurde durch das ÖRK Kärnten für die Ansicht zur Verfügung gestellt.

# MUSTER

evasys	Anwendung von Methoxyfluran (Penthop®) durch NFS NKV	
		 ÖSTERREICHISCHES ROTES KREUZ ÖRK Am Leben zum Menschen.

Bitte so markieren:     Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.

Korrektur:     Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

## Mitarbeit

Liebe Kollegin, lieber Kollege!

Danke, dass du dir ein paar Minuten für diese Umfrage Zeit nimmst.

Informationen zum Datenschutz findest du hier [Datenschutzrechtliche Informationen](#)

## Demographische Patient:innendaten

Altersgruppe	<input type="checkbox"/> 12-17 Jahre	<input type="checkbox"/> 18-30 Jahre	<input type="checkbox"/> 31-50 Jahre
	<input type="checkbox"/> 51-70 Jahre	<input type="checkbox"/> über 70 Jahre	
geschätztes Körpergewicht in kg	<input type="checkbox"/> bis 10	<input type="checkbox"/> 10 bis 20	<input type="checkbox"/> 20 bis 30
	<input type="checkbox"/> 30 bis 40	<input type="checkbox"/> 40 bis 50	<input type="checkbox"/> 50 bis 60
	<input type="checkbox"/> 60 bis 70	<input type="checkbox"/> 70 bis 80	<input type="checkbox"/> 80 bis 90
	<input type="checkbox"/> 90 bis 100	<input type="checkbox"/> über 100	
geschätzte Körpergröße in cm	<input type="checkbox"/> unter 100	<input type="checkbox"/> 100 bis 120	<input type="checkbox"/> 120 bis 140
	<input type="checkbox"/> 140 bis 160	<input type="checkbox"/> 160 bis 180	<input type="checkbox"/> 180 bis 200
	<input type="checkbox"/> über 200		
Geschlecht des/der Patient:in	<input type="checkbox"/> weiblich	<input type="checkbox"/> männlich	<input type="checkbox"/> divers

## Einsatzzeitraum

Monat / Jahr

<input type="checkbox"/> 11/2023	<input type="checkbox"/> 12/2023	<input type="checkbox"/> 01/2024
<input type="checkbox"/> 02/2024	<input type="checkbox"/> 03/2024	<input type="checkbox"/> 04/2024
<input type="checkbox"/> 05/2024	<input type="checkbox"/> 06/2024	<input type="checkbox"/> 07/2024
<input type="checkbox"/> 08/2024	<input type="checkbox"/> 09/2024	<input type="checkbox"/> 10/2024
<input type="checkbox"/> 11/2024	<input type="checkbox"/> 12/2024	<input type="checkbox"/> 01/2025
<input type="checkbox"/> 02/2025	<input type="checkbox"/> 03/2025	<input type="checkbox"/> 04/2025
<input type="checkbox"/> 05/2025		

## Schmerzen bei Erstbeurteilung vor Gabe Penthop® (NRS)

Wie stark waren die Schmerzen bei der Erstbeurteilung vor der Gabe von Penthop® (NRS)? NRS 0            NRS 10

## Schmerzen bei der Übergabe im KH nach Gabe von Penthop® (NRS)

Wie stark waren die Schmerzen bei der Übergabe im KH nach der Gabe von Penthop® (NRS)? NRS 0            NRS 10

## Handhabung & Sicherheit

Wie sicher hast du dich bei der Patient:innen - Aufklärung, bei der Vorbereitung und bei der Anwendung von Penthop® gefühlt? unsicher      sehr sicher

## Vitalparameter vor Gabe Penthop®

AF / Minute

# MUSTER

# MUSTER

evasys

Anwendung von Methoxyfluran (Pentthrop®) durch NFS NKV



## Vitalparameter vor Gabe Pentthrop® [Fortsetzung]

HF / Minute

SpO2 %

RR in mmHg (syst/diast)

## Vitalparameter nach Gabe Pentthrop®

AF / Minute

HF / Minute

SpO2 %

RR in mmHg (syst/diast)

## Nebenwirkungen

Welche Nebenwirkungen konntest du nach der Verabreichung von Pentthrop® beobachten?

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Schwindelgefühl            | <input type="checkbox"/> Kopfschmerzen | <input type="checkbox"/> Schläfrigkeit |
| <input type="checkbox"/> Dysgeusie (Schmeckstörung) | <input type="checkbox"/> Husten        | <input type="checkbox"/> Übelkeit      |
| <input type="checkbox"/> euphorische Stimmung       | <input type="checkbox"/> Hitzegefühl   | <input type="checkbox"/> Hypertonie    |
| <input type="checkbox"/> Hypotonie                  |  |  |

## Anwendung und NA - Alarmierung

War eine 2. Dosis (wiederholte Gabe) notwendig?  ja  nein

Musste ein NA nachgefordert werden um eine Schmerzreduktion zu erzielen?  ja  nein

## Zufriedenheit

Wie zufrieden warst du als Anwender:in des Pentthrop®? sehr      zufrieden  unzufrieden

Herzlichen Dank für deine Mitarbeit!