

Diplomarbeit

**Verletzungen bei Jugendlichen in Folge von
Mopedunfällen in der Steiermark
Retrospektive Analyse von 2004 bis 2022**

eingereicht von
Konstantin Willibald Obweger

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am
Universitätsklinikum für Kinder- und Jugendchirurgie

unter der Anleitung von Betreuer*innen
**Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. Georg Singer
Dr. Christina Flucher**

Graz, am 16.04.2024

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.

Graz, am 16.04.24

Konstantin Obweger eh.

Danksagungen

Zuallererst möchte ich mich bei meinen beiden Betreuer*innen Dr. Christina Flucher und Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. Georg Singer bedanken, welche mich jederzeit bei der Datenverfassung und beim Schreiben dieser Arbeit tatkräftig unterstützt haben.

Weiters möchte ich mich bei meinen Studienkolleg*innen und Freund*innen bedanken, ohne die das Studium deutlich unlustiger gewesen wäre. Bei euch konnte ich immer ich selbst sein und einen Ausgleich finden.

Ein sehr großer Dank gilt meinen Eltern, die mir dieses Studium erst ermöglicht haben, ohne euch wäre ich jetzt nicht an diesem Punkt angekommen. Meinen Geschwistern möchte ich auch danke sagen. Danke Julia, dass du mir immer ein Vorbild warst und danke Maxi für die täglichen Telefonate und wöchentlichen Kegelabende. Auch bei meinen Großeltern, meiner restlichen Familie und meiner „Schwieger“-Familie möchte ich mich dafür bedanken, dass ihr immer unterstützend zu mir gestanden seid.

Der größte Dank gilt jedoch meiner Freundin Katharina, die mich schon seit meiner Schulzeit durchs Leben begleitet und mir immer und jederzeit zur Seite gestanden ist. Auf dich konnte ich mich immer verlassen und für deine selbstlose Unterstützung in allen Lebenslagen bin ich dir sehr dankbar.

Zusammenfassung

Einleitung

Mopedunfälle gehören zu den häufigsten Gründen für die Verletzung von Jugendlichen im Straßenverkehr. Das Ziel dieser Arbeit waren weitere allgemeine Recherchen zu Unfallrisiken, Unfallmechanismen, Verletzungsmustern und Ursachen von Mopedunfällen durchzuführen. In der Einleitung erfolgte zusätzlich ein gesetzlicher Exkurs zu Änderungen im Führerscheingesetz.

Material und Methoden

Mit dieser Diplomarbeit und der damit verbundenen retrospektiven Studie wurden alle Mopedunfälle von 2004 bis 2022, welche an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz behandelt wurden, analysiert und ausgewertet. Hierfür wurde erstmals ein langer Studienzeitraum gewählt, um ein ausreichend großes Patient*innenkollektiv zu schaffen. Als Bewertungsmöglichkeit für die Verletzungsschwere wurde der Injury-Severity-Score (ISS) gewählt.

Ergebnisse/Diskussion

In den Jahren von 2004 bis 2022 kam es zu einer Zunahme der Mopedunfälle, wobei am häufigsten 15-jährige (52,8%) männliche Jugendliche (56,8%) verletzt wurden. Bei 73,3% der Unfälle waren andere Fahrzeuge beteiligt und 16,7% aller verletzten Jugendlichen wurden aus einem anderen Krankenhaus zugewiesen, während die Zuweisungen im Studienzeitraum zugenommen haben. Mit Abstand am häufigsten waren die Patient*innen leicht verletzt (94,7%) und hatten einen durchschnittlichen ISS von 3,00. Schließlich hat sich gezeigt, dass männliche Jugendliche um 33,6% schwerer verletzt wurden als weibliche Jugendliche ($\text{♀}=2,34/\text{♂}=3,51$). Die deutlich am häufigsten verletzte Körperregion waren die Extremitäten (95%), gefolgt von Kopf (15%), Becken (7,2%), Thorax (7%), Abdomen (4,5%) und Gesicht (3,5%). Bei Unfällen mit Fremdbeteiligung zeigten sich nicht nur eine höhere Verletzungswahrscheinlichkeit in allen Körperregionen, sondern auch ein höherer mittlerer ISS (1,96/7,00) und eine 4,1-mal höhere Wahrscheinlichkeit intensivmedizinische Therapie zu benötigen. Bei zugewiesenen Jugendlichen nach Mopedunfällen waren Extremitäten- und Beckenverletzungen seltener als bei nicht zugewiesenen Patient*innen, außerdem hatten sie einen höheren ISS

(4,28/2,74). Als häufigste Diagnostik wurde, das Röntgen (84,5%) verwendet und es zeigte sich, dass die schwerer Verletzten meist mit einem Notarztmittel eingeliefert wurden. Jugendliche auf der Intensivstation hatten einen höheren ISS (19,7), eine größere Verletzungswahrscheinlichkeit in allen Körperregionen und mussten im Schnitt 4,0 Tage beatmet werden (wenn nötig). Die Gesetzesänderungen, sowie die Covid-Pandemie könnten vorbehaltlich Einflüsse auf den ISS gehabt haben. Zuletzt wurde noch deutlich, dass die meisten Mopedunfälle im Juli und an Freitagen passieren.

Zusammenfassung

Schließlich konnten im Laufe dieser Arbeit umfangreiche Erkenntnisse zu Mopedunfällen gesammelt und mit der aktuellen Studienlage verglichen werden. Dafür wurden die Ergebnisse und die dazugehörigen Forschungsfragen sowie Hypothesen mit den Ergebnissen anderer internationaler Studien und diverser Literatur verglichen.

Abstract in Englisch

Introduction

Moped accidents are one of the most common causes of road traffic injuries among adolescents. The aim of this thesis was to carry out further general research into accident risks, accident mechanisms, injury patterns and causes of moped accidents. The introduction also included a legal excursus on changes to the law concerning driving licences.

Material and Methods

With this thesis and the associated retrospective study, the moped accidents from 2004 to 2022, which were treated at the University Clinic for Pediatric and Adolescent Surgery Graz, were analyzed and evaluated. For the first time, a very long study period was chosen in order to create a sufficiently large patient group. The Injury Severity Score was chosen as a method of assessing injury severity.

Results/Discussion

In the years from 2004 to 2022, there was an increase in moped accidents, with 15-year-olds (52.8%) and male adolescents (56.8%) being injured most frequently. Other vehicles were involved in 73.3% of accidents and 16.7% of all injured adolescents were referred from another hospital, while referrals increased over the study period. By far the most frequently injured patients were slightly injured (94.7%) and had an average ISS of 3.00. Furthermore, it was shown that male adolescents were injured more severely, by 33,6% when compared with female adolescents ($\text{♀}=2.34/\text{♂}=3.51$). The most frequently injured body region were clearly the extremities (95.0%), followed by the head (15.0%), pelvis (7.2%), thorax (7.0%), abdomen (4.5%) and face (3.5%). Accidents involving a third party not only showed a higher probability of injury in all body regions, but also a higher mean ISS (1.96/7.00) and a 4.1 times higher probability of requiring intensive medical treatment. Adolescents who had been assigned after moped accidents had fewer extremity and pelvic injuries than non-assigned patients, and they also had a higher ISS (4.28/2.74). The most common diagnostic modality used was X-ray (84.5%) and it was found that the more severely injured were mostly admitted with an emergency physician. Adolescents in the intensive care unit had a higher ISS, a greater likelihood of injury in all body regions (ISS:

19.7) and had to be ventilated (if necessary) for an average of 4.0 days. Changes in the law and the COVID pandemic may have had an influence on the ISS. Lastly, it became clear that most moped accidents occur in July and on Fridays.

Summary

In the course of this work, extensive findings on moped accidents were collected and compared with the current study situation. To do this, the results as well as the associated research questions and hypotheses were compared with the results of other international studies and various literature.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	II
Danksagungen	III
Zusammenfassung	IV
Abstract in Englisch	VI
Inhaltsverzeichnis	VIII
Abkürzungen und deren Erklärung	XI
Abbildungsverzeichnis	XII
Tabellenverzeichnis	XIII
1. Einleitung	1
1.1 Moped: Definition.....	2
1.2 Bedeutung in Österreich	2
1.3 Mopedführerschein	2
1.4 Änderungen des Führerscheingesetzes	3
1.5 Risiken und Unfallursachen bei Mopedunfällen.....	5
1.6 Unfallmechanismus bei Motorrad- und Mopedunfällen.....	6
1.7 Verletzungsschwere	7
1.7.1 Injury Severity Score	7
2. Material und Methoden	8
2.1 Studiendesign und Übersicht	8
2.2 Studienpopulation	8
2.3 Durchführung.....	9
2.3.1 Verletzungsgruppen.....	12
2.3.2 Gesetzesgruppen.....	12
2.4 Endpunkte	13
2.5 Statistik	16
3 Ergebnisse – Resultate mit graphischen Darstellungen.....	17
3.1 Unfallcharakteristik.....	17
3.1.1 Entwicklung der Unfallzahlen im Laufe der Zeit.....	17
3.1.2 Altersverteilung bei Mopedunfällen.....	19
3.1.3 Geschlechtsverteilung bei Mopedunfällen	20
3.1.4 Verteilung der Geschlechter im Laufe der Zeit.....	21

3.1.5	Fremdbeteiligung bei Mopedunfällen	22
3.1.6	Zuweisung aus anderen Krankenhäusern	22
3.1.7	Zuweisungen bei Mopedunfällen in den Jahren von 2004 bis 2022	23
3.2	Verletzungsschwere und Verletzungsmuster	24
3.2.1	ISS-Klasse und Verletzungsschwere	24
3.2.2	ISS der verschiedenen Altersgruppen	24
3.2.3	Geschlechtervergleich im ISS-Score	25
3.2.4	Verletzungsmuster insgesamt	26
3.2.5	Verletzungsmuster der verschiedenen Altersgruppen	27
3.2.6	Verletzungsmuster der verschiedenen ISS-Klassen	28
3.2.7	Verletzungsmuster bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung	29
3.2.8	ISS bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung	30
3.2.9	ISS bei stationären Patient*innen	31
3.2.10	Zusammenhang zwischen Fremdbeteiligung und Intensivaufenthalt	32
3.2.11	Verletzungen in Abhängigkeit der primär verletzten Region	32
3.2.12	Verletzungsmuster bei zugewiesenen Patient*innen	35
3.2.13	ISS in Abhängigkeit der Zuweisungsart	36
3.2.14	Geschlechtsspezifisches Verletzungsmuster	37
3.3	Diagnostik	38
3.3.1	Häufigkeit der bildgebenden Diagnostik	38
3.3.2	Diagnostik bei den verschiedenen ISS-Klassen	39
3.4	Transportmittel bei Mopedunfällen	40
3.5	Intensivmedizin bei Mopedunfällen	41
3.5.1	Intensivaufenthalt nach ISS-Klasse	41
3.5.2	Dauer des Intensivaufenthalts	42
3.5.3	Tage auf der Intensivstation nach ISS-Klasse	42
3.5.4	Verletzungsmuster bei Intensivpatient*innen	43
3.5.5	Verletzungsschwere bei Intensivpatient*innen	44
3.5.6	Beatmung von intensivpflichtigen Patient*innen	44
3.5.7	Zusammenhang zwischen ISS und Beatmungsdauer	44
3.6	Einfluss von Gesetzesänderungen auf den ISS	45
3.6.1	Entwicklung des ISS in allen Altersgruppen	46
3.7	Einflüsse von Monat und Wochentag auf Mopedunfälle	47

3.7.1	Monat/Jahreszeit mit den meisten Mopedunfällen.....	47
3.7.2	Wochentag mit den meisten Mopedunfällen.....	47
4	Diskussion	48
4.1	Antworten auf die Forschungsfragen.....	48
4.1.1	Forschungsfragen zur Unfallcharakteristik	48
4.1.2	Forschungsfragen zu Verletzungsmuster und -schwere	52
4.1.3	Forschungsfragen zur Diagnostik.....	60
4.1.4	Forschungsfragen zum Transport	62
4.1.5	Forschungsfragen zu Intensivmedizin.....	62
4.1.6	Einfluss von Gesetzesänderungen	64
4.1.7	Einflüsse von Monat und Wochentag auf Unfallhäufigkeit	66
4.2	Conclusio	67
	Literaturverzeichnis	68

Abkürzungen und deren Erklärung

AIS	Abbreviated-Injury Scale
ccm	Kubikzentimeter
CT.....	Computertomographie
IQR.....	Interquartilsabstand
ISS.....	Injury-Severity Score
km/h.....	Kilometer pro Stunde
kW.....	Kilowatt
LKH.....	Landeskrankenhaus
MRT.....	Magnetresonanztomographie
NAH.....	Notarzthubschrauber
NEF.....	Notarzteinsatzfahrzeug
RIS.....	Rechtsinformationssystem

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesetzesänderungen laut RIS-Informationssystem (§31 Führerscheinggesetz)3	
Abbildung 2: Jährliche Mopedunfälle von 13- bis 17-Jährigen in Österreich (Mittelwerte), anhand der Daten von Statistik-Austria.....	18
Abbildung 3: An der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie aufgrund eines Mopedunfalls behandelte Jugendliche	18
Abbildung 4: Altersverteilung der bei Mopedunfällen verletzten Jugendlichen.....	19
Abbildung 5: Anteil der weiblichen und männlichen verletzten Mopedlenker*innen.....	20
Abbildung 6: Anteil der Fremdbeteiligung bei Mopedunfällen	22
Abbildung 7: Anteil der Zuweisungen aus anderen Krankenhäusern	22
Abbildung 8: Zuweiser-Verhalten bei Mopedunfällen in den Jahren von 2004 bis 2022...	23
Abbildung 9: Geschlechtervergleich beim ISS	26
Abbildung 10: Verletzungsmuster der jeweiligen Altersgruppe bei Mopedunfällen.....	27
Abbildung 11: Verletzungsmuster der verschiedenen ISS-Klassen.....	28
Abbildung 12: Verletzungsmuster bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung (Extremitäten ausgeblendet).....	29
Abbildung 13: ISS mit und ohne Fremdbeteiligung.....	30
Abbildung 14: ISS in Abhängigkeit von der Behandlungsart	31
Abbildung 15: Verletzungsmuster bei zugewiesenen Patient*innen	35
Abbildung 16: ISS in Abhängigkeit der Zuweisungsart.....	36
Abbildung 17: Verletzungsmuster nach Geschlechtern	37
Abbildung 18: Bildgebende Diagnostik nach Mopedunfällen	38
Abbildung 19: Diagnostik bei den verschiedenen ISS-Klassen	39
Abbildung 20: Häufigkeit des Intensivaufenthalts nach ISS-Klasse.....	41
Abbildung 21: Verletzungsmuster bei Intensivpatient*innen	43
Abbildung 22: ISS bei Intensivpatient*innen und Nicht-Intensivpatient*innen.....	44
Abbildung 23: Entwicklung des ISS und Gesetzesänderungen	45
Abbildung 24: Entwicklung des ISS (alle Altersgruppen).....	46
Abbildung 25: Entwicklung des der 15- und 16-Jährigen.....	46
Abbildung 26: Mopedunfälle pro Monat.....	47
Abbildung 27: Mopedunfälle pro Wochentag.....	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesetzesgruppen Mopedführerscheingesetz	12
Tabelle 2: Verletzte und getötete Mopedfahrer*innen und -mitfahrer*innen 2004-2021, Daten zur Verfügung gestellt von Statistik Austria (1).....	17
Tabelle 3: Altersgruppen bei Mopedunfällen von 2004 bis 2022	19
Tabelle 4: Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Verletzten bei Verkehrsunfällen in der Steiermark (2004-2022) und in Österreich (2013-2022).....	20
Tabelle 5: Geschlechtsverteilung der nach Mopedunfällen in Graz behandelten Patient*innen	21
Tabelle 6: ISS-Klassen und Verletzungsschwere bei Mopedunfällen.....	24
Tabelle 7: Mittlerer ISS der Altersgruppen	24
Tabelle 8: p-Werte beim Altersgruppenvergleich der Verletzungsschwere.....	25
Tabelle 9: Häufigkeit der verletzten Körperregion bei Mopedunfällen	26
Tabelle 10: p-Werte bei Fisher Exakt-Test (Alter zu Körperregion)	27
Tabelle 11: p-Werte bei Chi-Quadrat Test zwischen ISS-Klasse und Körperregion	28
Tabelle 12: Vergleich zwischen Verletzungen mit und ohne Fremdbeteiligung	29
Tabelle 13: Intensivaufenthalt mit und ohne Fremdbeteiligung.....	32
Tabelle 14: Mitverletzte Körperregionen bei Kopf-/Halsverletzungen.....	32
Tabelle 15: Mitverletzte Körperregionen bei Beckenverletzungen.....	33
Tabelle 16: Mitverletzte Körperregionen bei Thoraxverletzungen	33
Tabelle 17: Mitverletzte Körperregionen bei abdominellen Verletzungen.....	34
Tabelle 18: Mitverletzte Körperregionen bei Gesichtsverletzungen.....	34
Tabelle 19: Vergleich zwischen zugewiesenen und nicht zugewiesenen Patient*innen.....	35
Tabelle 20: Verletzungsmuster und Verletzungswahrscheinlichkeit nach Geschlecht.....	37
Tabelle 21: Zusammenhang zwischen ISS-Klassen und Diagnostik	39
Tabelle 22: Häufigkeit eines Notarztmittels bei Mopedunfällen.....	40
Tabelle 23: Tage auf Intensivstation nach ISS-Klasse	42
Tabelle 24: Vergleich zwischen Intensivpatient*innen und nicht auf der Intensiv betreuten	43

1. Einleitung

Mopeds gehören zum Straßenbild Österreichs und vielen anderen Ländern dieser Welt. In den 18 Jahren von 2004 bis 2022 wurden in Österreich im Durchschnitt circa 4600 Personen pro Jahr bei Mopedunfällen verletzt. Ein Großteil der Verletzten (3300 und damit mehr als 70%) waren dabei Jugendliche zwischen 13 und 17 Jahren (1). Das Verletzungsrisiko wird aufgrund der geringeren Leistung und Maximalgeschwindigkeit von Mopeds oft unterschätzt, jedoch hat sich gezeigt, dass sich die Verletzungen bei Motorrad- und Mopedunfällen in Hinblick auf Verletzungsart und Verletzungsschwere kaum voneinander unterscheiden (2, 3).

In mehreren Studien wurden das Risikoverhalten von Mopedfahrer*innen, sowie das Verletzungsmuster und die Unfallumstände über verschiedene Zeiträume in Österreich untersucht. Dabei konnte bereits festgestellt werden, dass sich Änderungen des Führerscheingesetzes auf die Unfallzahlen in Österreich ausgewirkt haben. Ein markantes Beispiel dafür ist der rapide Anstieg der Unfallzahlen, nachdem im Jahr 2005 eine Sonderregelung (Berechtigung für Führerschein, wenn Arbeitsstätte nur mit Moped erreichbar) für den Mopedführerschein aufgehoben und damit das Mopedfahren für die Allgemeinheit zugänglich gemacht wurde. Im Jahr 2005 wurde zusätzlich eine Praxisausbildung eingeführt, um den Anstieg der Unfallzahlen zu bremsen. Jedoch konnte erst die Integrierung einer Praxisausbildung im Straßenverkehr im Jahr 2009 einen geringen Rückgang der Unfallzahlen bewirken. Weiters wurde bereits erkannt, dass männliche Jugendliche ein höheres Risiko für schwere Verletzungen haben als weibliche Jugendliche (4, 5).

Auch auf internationaler Ebene stehen Mopedunfälle seit vielen Jahren im Mittelpunkt verschiedenster Studien, welche ähnliche Ergebnisse gebracht haben (6). Es konnte auch festgestellt werden, dass in manchen Ländern im medizinischen Kodierungssystem nicht zwischen Moped- und Motorradunfällen unterschieden wird und damit Studien teils schwer durchführbar sind (7). Auch im deutschsprachigen Raum gibt es erst sehr wenige Studien zu Mopedunfällen von Jugendlichen mit großen Patient*innenkollektiven und langen Zeiträume. Außerdem gibt es noch keine Studie, welche die Einflüsse auf die Verletzungsschwere, sowie den Einfluss der Covid-Pandemie auf die Mopedunfälle in Österreich betrachtet hat.

1.1 Moped: Definition

Als Moped wird ein Leichtmotorrad bezeichnet, welches eine Leistung von 50 ccm und eine Maximalgeschwindigkeit von 45 km/h nicht überschreitet. Weiters gilt für elektrische Mopeds eine maximal zulässige Leistung von 4 kW. Diese Beschränkungen sind im österreichischen Führerscheingesetz festgelegt und damit, zumindest auf nationaler Ebene, universell gültig (8).

1.2 Bedeutung in Österreich

Der Name Moped stammt aus dem schwedischen und setzt sich aus den Wörtern „Motor“ und „Pedaler“ zusammen, da viele der ersten Mopeds noch mit Pedalen ausgestattet waren. Um nach dem Zweiten Weltkrieg eine leistbare und leichte Alternative zum Automobil zu schaffen, wurden von verschiedenen Herstellern Fahrräder mit kleinen Motoren entwickelt. Auch vor dem Krieg gab es bereits diese leichten Motorfahrräder, jedoch wurden sie erst in den 50er-Jahren bekannter und damit häufiger verkauft. Seither sind Mopeds in Österreich aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken und werden aufgrund der einfachen Zugänglichkeit zu früherer Mobilität und Unabhängigkeit mittlerweile vor allem von Jugendlichen genutzt (9, 10).

1.3 Mopedführerschein

In Österreich kann der Mopedführerschein (Klasse AM) seit 2017, ab zwei Monaten vor dem vollendeten 15. Lebensjahr beantragt werden. Im Rahmen der Ausbildung an einer offiziell zugelassenen Fahrschule müssen theoretische und praktische Fertigkeiten erlernt und im Anschluss überprüft werden. Dazu gehören sechs theoretische Unterrichtseinheiten zu je 50 Minuten und eine theoretische Prüfung, die den Anforderungen eines gesetzlich festgelegten Aufbaus und Rahmenbedingungen entsprechen. Zum praktischen Teil gehören sechs praktische Unterrichtseinheiten je 50 Minuten am Übungsplatz, wobei grundlegende Fahrkenntnisse geschult werden. Weiters müssen zwei Unterrichtseinheiten zu je 50 Minuten mit einem*einer Fahrlehrer*in im öffentlichen Verkehr absolviert werden. Hierbei wird das richtige Verhalten im Straßenverkehr geschult und gleichzeitig die Eignung der Fahrschüler*innen überprüft. Erst wenn alle Einheiten erfolgreich absolviert wurden und der*die Fahrlehrer*in der Fahrtauglichkeit zustimmt, darf der Führerschein ausgestellt werden. Es ist weiterhin keine praktische Fahrprüfung notwendig (8).

1.4 Änderungen des Führerscheingetzes

Wie bereits beschrieben wurde, haben sich die Gesetzesänderungen betreffend des Mopedführerscheins signifikant auf die Unfallzahlen in Österreich ausgewirkt (5). Im Folgenden sollen die Änderungen der letzten 20 Jahre in kompakter Form beschrieben werden, hierfür wurde eine Übersichtstabelle erstellt (siehe Abbildung 1).

Gesetzeslage Mopedschein von 1997 bis 2022				
Intervall	Mindestalter	zulässige Leistung	Ausbildung	Änderung
vor 1997	ab dem 16. Geburtstag	50 ccm/40 kmh	nur theoretische Prüfung notwendig	Führerscheinklassen AJ, AK
1997-2002	vollendetes 15. Lebensjahr mit Einverständnis der Eltern sowie einer Sondergenehmigung der Bezirkshauptmannschaft, musste von Arbeitgeber oder Schule begründet werden und damit nur in Einzelfällen möglich, ansonsten mit 18 Jahren	50 ccm/45 kmh	Theorieprüfung Fahrprüfung vor einem*einer Fahrlehrer*in keine Praxisstunden	Nach Einführung des Führerscheingetzes 1997 wurde das Lenken von Mopeds beinahe unmöglich gemacht, die Hersteller verschwanden vom Markt und Mopeds von den Straßen Österreichs.
2002-2005	vollendetes 16. Lebensjahr mit Einverständnis der Eltern sowie einer Sondergenehmigung der Bezirkshauptmannschaft, musste von Arbeitgeber oder Schule begründet werden und damit nur in Einzelfällen möglich, ansonsten mit 18 Jahren	50 ccm/45 kmh	Theorieprüfung Fahrprüfung vor einem*einer Fahrlehrer*in keine Praxisstunden	Einzige Veränderung: Mindestalter um ein Jahr erhöht
2005-2009	vollendetes 15. Lebensjahr mit Einverständnis der Eltern	50 ccm/45 kmh/4kw	Theoriekurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) und eine Theorieprüfung (Mopedprüfung) Praxiskurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) am Übungsplatz und Nachweis der praktischen Fähigkeiten keine Ausbildung im Straßenverkehr nötig	Abschaffung der Sonderregelung und damit Zugänglichkeit für die Allgemeinheit
2009-2011	vollendetes 15. Lebensjahr mit Einverständnis der Eltern	50ccm/45kmh/4kw	Theoriekurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) und eine Theorieprüfung (Mopedprüfung) Praxiskurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) am Übungsplatz und Nachweis der praktischen Fähigkeiten Praxisausbildung im Straßenverkehr über zwei Unterrichtseinheiten mit dem Fahrlehrer	Einführung der Praxisausbildung im Straßenverkehr
2011-2017	6 Monate vor dem 15. Geburtstag Beginn der Ausbildung möglich	50ccm/45kmh/4kw	Theoriekurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) und eine Theorieprüfung (Mopedprüfung) Praxiskurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) am Übungsplatz und Nachweis der praktischen Fähigkeiten Praxiskurs über zwei Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) Lenken im öffentlichen Verkehr	Seit 2011 Mopedschein als Klasse AM bezeichnet
2011	Zusätzlich Einführung der Führerscheinklassen A1, A1 und A wobei A1 (125 ccm/11 kw)			
2017-Aktuell	2 Monate vor dem 15. Geburtstag Beginn der Ausbildung möglich	50ccm/45kmh/4kw	Theoriekurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) und eine Theorieprüfung (Mopedprüfung) Praxiskurs über sechs Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) am Übungsplatz und Nachweis der praktischen Fähigkeiten Praxiskurs über zwei Unterrichtseinheiten (à 50 Minuten) Lenken im öffentlichen Verkehr	Änderung des Mindestalters um 4 Monate

Abbildung 1: Gesetzesänderungen laut RIS-Informationssystem (§31 Führerscheingetz)

Vor dem Jahr 1991 war die einzige Voraussetzung für das Lenken eines Mopeds ein Mindestalter von 16 Jahren. Damit durften Mopeds mit einer Maximalgeschwindigkeit von 40 km/h gelenkt werden. Im Jahr 1991 wurde dann zumindest eine sehr einfach zu bestehende Theorieprüfung eingeführt und dies blieb die folgenden sechs Jahre unverändert.

1997 trat schließlich eine neue Führerscheinverordnung in Kraft, welche die Zugänglichkeit zum Mopedführerschein schwieriger machte. Einerseits durfte man nun bereits mit 15 Jahren den Führerschein machen, andererseits wurde dies nur in Einzelfällen genehmigt und war mit relativ großem Aufwand verbunden. Immerhin konnte die Bezirkshauptmannschaft nur eine Sondergenehmigung ausstellen, wenn man ein verkehrspsychologisches Gutachten positiv abschließen konnte. Weiters waren eine Einverständniserklärung der Eltern sowie eine Bestätigung, dass die Schule oder die Arbeitsstätte nicht mittels öffentlicher Verkehrsmittel erreichbar war, nötig. Außerdem wurde ein Theoriekurs mit acht Unterrichtseinheiten zu je 50 Minuten verpflichtend eingeführt. Im Jahr 2002 wurde das Mindestalter auf 16 Jahre erhöht. Das verkehrspsychologische Gutachten war jedoch nicht mehr vorgeschrieben und entfiel damit.

Im Jahr 2005 kam es zu größeren Veränderungen und die Sonderregelung wurde abgeschafft. Damit waren die aufwendigen Bestätigungen nicht mehr notwendig und der Führerschein wurde damit zugänglicher gemacht. Im Gegenzug dazu wurde 2005 die Praxisausbildung (6 Mal 50 Minuten) eingeführt, um eine bessere Ausbildung zu schaffen. Außerdem wurde das Mindestalter wieder auf 15 Jahre herabgesetzt.

Schließlich wurde 2009 eine Praxisausbildung im Straßenverkehr eingeführt (zweimal 50 Minuten). Seither hat sich nicht mehr viel im Führerscheingesetz geändert. Im Jahr 2011 wurden die neuen Führerscheinklassen vorgestellt und der Mopedführerschein als Klasse-AM bezeichnet. Das Mindestalter wurde schließlich im Jahr 2017 auf zwei Monate vor dem vollendeten 15. Lebensjahr festgelegt, diese Regelung ist bis heute gültig (5, 8).

1.5 Risiken und Unfallursachen bei Mopedunfällen

Wie mit jedem Verkehrsmittel geht man auch beim Mopedfahren ein gewisses Risiko ein, einen Unfall und die damit verbundenen Verletzungen zu erleiden. In den letzten Jahren wurde direkt proportional zu den steigenden Anmeldungen von Mopeds eine Zunahme der Unfälle festgestellt (11). Im Gegensatz zum Fahrradfahren hat man eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für schwere Verletzungen und daraus folgend auch eine höhere Wahrscheinlichkeit, Operationen zu benötigen (12). Da vor allem Jugendliche Mopeds nutzen, zeigt sich eine deutliche Häufung der Unfälle bei 14- bis 17-Jährigen sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene. Im Jahr 2021 waren in Österreich 75% aller Verletzten bei Mopedunfällen zwischen 13 und 17 Jahre alt (1). Außerdem wurde festgestellt, dass 40% aller in Europa getöteten Mopedfahrer*innen in den Jahren von 1999 bis 2008 15 bis 24 Jahre alt waren (13). Verschiedenste Umstände und Verhaltensweisen können sich positiv oder negativ auf das Unfallrisiko auswirken. Das Risiko für schwere Verletzungen bei Mopedunfällen steht im direkten Zusammenhang mit dem Persönlichkeit-Subtyp von Mopedfahrer*innen. Es wurde festgestellt, dass sich Eigenschaften wie Impulsivität, Unaufmerksamkeit, Geltungsbedürfnis, aber auch äußere Umstände wie das Bildungsniveau der Eltern auf das Unfallrisiko und die Schwere der Verletzungen auswirken können (14). Weiters erhöht sich das Risiko zu verunfallen, wenn der/die Fahrer*in selbst oder andere Verkehrsteilnehmer*innen sich nicht an die Verkehrsregeln halten. Beispielsweise sind Vorrangverletzungen an Kreuzungen eine häufige Ursache für Kollisionen zwischen motorisierten Zweirädern und anderen Fahrzeugen. Ebenso erhöhen Geschwindigkeitsübertretungen und Unaufmerksamkeit das Risiko, zu verunfallen und dabei schwere Verletzungen zu erleiden (15–17). Überraschenderweise ist auch der Einfluss von Alkohol ein nicht vernachlässigbarer Faktor bei Mopedunfällen. Obwohl die meisten der verunfallten Jugendlichen unter 16 Jahre alt sind, kommt es immer wieder zu Unfällen unter Alkoholeinfluss (18). Unfallursachen und Unfallrisiken im Einzugsgebiet der Universitätsklinik für Kinder und Jugendchirurgie der Medizinischen Universität Graz wurden schon im Fokusreport zu Mopedunfällen 2019 von Spitzer et al. ausführlich beschrieben (5). Dabei wurden mithilfe von Fragebögen Mopedfahrer*innen befragt, womit eine große Menge an Informationen gesammelt wurde (Fragen zu Unfallhergang, Ausrüstung, Verletzungsmuster, Outcome etc.).

1.6 Unfallmechanismus bei Motorrad- und Mopedunfällen

Es wurde bereits erwähnt, dass sich Moped- und Motorradunfälle kaum bezüglich des Verletzungsmusters und des Unfallmechanismus unterscheiden, weshalb Studien zu Motorradunfällen größtenteils auch auf Mopedunfälle anwendbar sind (2, 3, 19). Die Verletzungen bei motorisierten Zweiradunfällen hängen direkt vom Unfallmechanismus und von der Art des Unfalls ab. Nach aktuellem Stand kann der Unfallmechanismus bei Motorradunfällen in vier Typen eingeteilt werden (20):

- 1) **„Lowside“**: Hierbei kommt es zum Wegrutschen des Motorrads während der Kurvenfahrt. Dies hat oft eine Einklemmung der unteren Extremität zwischen Fahrbahn und Motorrad zur Folge. Außerdem können hierbei durch Abstützversuche Verletzungen sowohl der unteren als auch der oberen Extremität auftreten. Die häufigsten Verletzungen bei dieser Form des Unfalls sind Tibia-Frakturen, Verletzungen des Knöchels und des Fußes.
- 2) **„Highside“**: Davon spricht man, wenn die Fahrer*innen versuchen, ein Wegrutschen des Motorrads zu verhindern und dabei auf die Gegenseite der Sturzrichtung des Motorrads stürzen. Am häufigsten treten dabei Verletzungen der oberen Extremität („motorcycle radius“) und Kopfverletzungen auf.
- 3) **„Topside“**: Dabei wird der/die Lenker*in aufgrund eines zu starken Bremsmanövers über den Lenker geschleudert, wobei ähnliche Verletzungen wie beim „Highside“-Unfall auftreten.
- 4) **„Collision“**: Kollisionen mit anderen Fahrzeugen oder statischen Objekten sind eine häufige Ursache für schwere oder gar tödliche Verletzungen. Seitliche und frontale Kollisionen haben oft schwere Gesichtsschädel-, Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen zur Folge. Außerdem kann es durch das abrupte Abbremsen zu Verletzungen des Beckens (Anprall am Tank/Lenker), der Hand und vor allem des Daumens (Festhalten am Lenker während der Kollision) kommen.

Durch bestimmte Verletzungsmuster bei Moped- und Motorradunfällen können Rückschlüsse zum Unfallmechanismus getroffen werden. Umgekehrt kann der Unfallmechanismus als Anhaltspunkt dazu dienen, gezielt nach spezifischen Verletzungen zu suchen (20).

1.7 Verletzungsschwere

1.7.1 Injury Severity Score

Der Injury Severity Score (ISS) wurde in den 70er-Jahren zur Klassifizierung von Traumapatient*innen auf Basis der Abbreviated Injury Scale (AIS) entwickelt und wird bis heute verwendet (21, 22). Auch für unsere Studie wurde der ISS als Klassifizierungsmethode für die Schwere der Verletzungen gewählt.

Um den ISS berechnen zu können, müssen zuerst die Verletzungen anhand der AIS eingeteilt werden. Dabei werden die Verletzungen mithilfe einer Tabelle, welche nach Körperregion unterteilt ist, auf einer Skala von 1-6 bewertet, wobei „1“ eine leichte und „6“ eine tödliche Verletzung beschreibt. Um schließlich den ISS berechnen zu können, werden die Werte der drei am schwersten verletzten Körperregionen (die drei höchsten AIS-Werte) quadriert und im Anschluss addiert. Dadurch ergibt sich ein Score von 0-75, wobei „0“ mit keiner Verletzung und „75“ mit einer tödlichen Verletzung einhergeht. Hinzuzufügen ist noch, dass der ISS-Score ohne weitere Berechnung auf „75“ gesetzt wird, sobald eine einzige Verletzung als tödlich (AIS: „6“) klassifiziert wird (21–25).

Nach der Berechnung kann man den ISS dazu benutzen, die verschiedenen ISS-Werte in Gruppen einzuteilen. Diese Gruppen sind nach der Verletzungsschwere unterteilt und man kann diese in leicht (ISS=1-8), mittel (ISS=9-15), schwer (ISS=16-24) und schwerst/kritisch (ISS=25-74) Verletzte differenzieren. Für statistische Zwecke kann eine fünfte Klassifizierung für tödlich verletzte Personen (ISS=75) verwendet werden (26).

Wie bei jedem anderen Score bzw. wie andere Klassifizierungssysteme hat auch der ISS Limitationen und Grenzen. Zum Beispiel muss der Score von einer Person berechnet werden, da er nur sehr schwer automatisiert ausgewertet werden kann. Dadurch muss bei der Verwendung des ISS immer mit Auswertungs-Bias gerechnet werden. In Zukunft sollen der AIS und damit auch der ISS mit der ICD-Kodierung verknüpft und damit eine vollautomatisierte Erstellung möglich gemacht werden (22, 24, 26).

2. Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Übersicht

Es handelt sich um eine monozentrische retrospektive Datenanalyse im Zeitraum von 2004 bis 2022 an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie der Medizinischen Universität Graz. Es wurden alle Patient*innen in die Studie eingeschlossen, welche an der Klinik aufgrund eines Mopedunfalls behandelt wurden. Der Ethikantrag wurde im Juni 2022 mit der EK-Nr: 34-492 ex 21/22 1267-2022 an die Ethikkommission gestellt und ohne Einwand am 20.01.23 stattgegeben.

2.2 Studienpopulation

Eingeschlossen wurden alle Jugendlichen vom 13. bis zum vollendeten 17. Lebensjahr, welche im beschriebenen Zeitraum aufgrund eines Mopedunfalls an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt wurden. Dabei wurde nicht zwischen Moped-Lenker*in und Beifahrer*in unterschieden. Bei den 13- und 14-Jährigen handelte es sich entweder um Personen, welche unrechtmäßig ein Moped in Betrieb genommen hatten oder um Beifahrer*innen. Der ursprüngliche Datensatz enthielt 6418 Patient*innen. Um eine homogene Studienpopulation zu erreichen, wurden folgende Ausschlusskriterien festgelegt:

- Doppelte Erwähnung selber Personen aufgrund von Fehlern bei der automatisierten Erstellung der ursprünglichen Patient*innenliste (522 Patient*innen).
- Alter unter 13 Jahren
- Telekonsile bzw. keine physische Behandlung am Universitätsklinikum für Kinder- und Jugendchirurgie
- Bagatellverletzungen im Zusammenhang mit Mopeds:
 - Bei der Reparatur
 - Beim Auf- und Absteigen und beim Starten
 - Während der Fahrt verletzt, aber ohne Sturz
- Motocross-Stürze
- Verkehrsunfälle mit Mopedautos
- Personen, welche von Mopeds angefahren/überfahren wurden
- Fahrrad- und Elektroscooter-Unfälle

Insgesamt wurden 976 Patient*innen (522 Patient*innen aufgrund von Doppel-Nennung und 454 Patient*innen auf Basis der restlichen Ausschlusskriterien) aus der Studie ausgeschlossen und damit 5442 Patient*innen in die Studie eingeschlossen.

2.3 Durchführung

Die Rohdaten wurden vom Institut für medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation der Medizinischen Universität Graz erhoben und in einer Excel-Tabelle übermittelt. Anhand der Patient*innennummer wurden dann die entsprechenden Daten im Krankenhaus-Informationssystem des LKH-Graz (MEDOCS) abgerufen und alle nötigen Informationen gesammelt. Dafür wurden alle Dokumente im Zusammenhang mit dem jeweiligen Mopedunfall abgerufen und die Informationen in einer Excel-Tabelle gesammelt. Insgesamt wurden pro Patient*in 29 Parameter erhoben:

- Patient*innendaten
 - Geburtsdatum
 - Geschlecht (**Limitation:** Aus Dokumentationsgründen wurde nur zwischen männlich und weiblich unterschieden, da weitere Geschlechter in MEDOCS nicht erfasst werden.)
 - Alter (**Limitation:** Patient*innen welche weniger als 13 oder über 17 Jahre alt waren, wurden nicht erfasst, weshalb berücksichtigt werden sollte, dass auch manche Mopedunfälle außerhalb dieser Altersgruppen an der Universitätsklinik für Kinder und Jugendchirurgie behandelt wurden.)
- Unfalldaten
 - Unfalldatum (**Limitation:** Die genaue Uhrzeit wurde aufgrund mangelnder Dokumentation nicht erfasst.)
 - Fremdbeteiligung (Dies wurde als positiv gewertet, wenn in dem ärztlichen Entlassungsbrief Information über eine Kollision mit einem anderen Fahrzeug gefunden wurden. **Limitation:** Aus den ärztlichen Entlassungsbriefen konnte nicht eruiert werden, ob der andere Unfallbeteiligte auch am Unfall schuld war. Weiters wurde nicht zwischen der Art des anderen Fahrzeuges unterschieden.)
 - Zuweisung aus anderem Krankenhaus (Als zugewiesen galten alle Patient*innen, welche in einem anderen Krankenhaus vorbehandelt und dann an die Universitätsklinik für Kinder und Jugendchirurgie überwiesen

wurden. **Limitation:** Es erfolgte keine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Krankenhäusern.)

- Verletzungsmuster (Die jeweilige Körperregion wurde dann als verletzt gewertet, wenn mindestens eine Verletzung in dieser Region im Entlassungsbrief beschrieben oder kodiert wurde. **Limitation:** Mehrfachverletzungen einer Körperregion wurden als eine Verletzung gewertet, wobei die schwerste Verletzung der jeweiligen Region, sprich die Verletzung mit dem höchsten AIS, für die Berechnung des ISS verwendet wurde.)
 - Gesicht
 - Kopf
 - Thorax
 - Abdomen
 - Becken
 - Extremitäten
- Verletzungsschwere
 - ISS (Die Details zur Berechnung und Limitation des ISS wurden bereits in der Einleitung besprochen.)
 - ISS-Klasse/Verletzungsgruppe (Die Einteilung erfolgte aufgrund der bereits beschriebenen Klassifikation in der Literatur.)
- Diagnostik (Ein diagnostisches Verfahren wurde dann gewertet, wenn dieses mindestens einmal in der Ambulanz oder im stationären Setting durchgeführt wurde. **Limitation:** Es wurde nicht unterschieden, wann und wie oft welche Untersuchungen durchgeführt wurden. Auch auf die Erfassung von selteneren bildgebenden Verfahren wie Kontrastmitteluntersuchungen wurde verzichtet.)
 - Röntgen
 - CT
 - MRT
 - Sonographie
- Transport ins Krankenhaus (Das jeweilige Transportmittel wurde dann erfasst, wenn im ärztlichen Entlassungsbrief erwähnt wurde, wie der/die Patient*in ins Krankenhaus gebracht wurde. **Limitation:** Wie sich während der Datenerfassung herausstellte, war meist nicht dokumentiert, wenn der/die Patient*innen mittels Rettungswagen ohne notärztliche Begleitung eingeliefert wurde.)

- Rettung
- NEF
- Notarzthubschrauber
- Aufenthalt
 - Ambulant/stationär (Als stationäre Patient*innen wurden jene gewertet, welche für mindestens einen Tag stationär aufgenommen wurden und einen stationären ärztlichen Entlassungsbrief erhalten hatten.)
 - Entlassungsdatum
 - Aufenthaltsdauer in Tagen
- Therapie
 - Intensivstation (In dieser Spalte wurde erfasst, ob ein/eine Patient*in intensivmedizinische Therapie erhielt. **Limitation:** Die genauen Gründe und die Antwort auf die Frage welche Verletzung den Intensivaufenthalt nötig gemacht hatte, wurden nicht eruiert.)
 - Dauer auf Intensivstation in Tagen
 - Maschinelle Beatmung (Wurde dann als positiv gewertet, wenn Jugendliche nach einem Mopedunfall in künstlichen Tiefschlaf versetzt wurden oder postoperativ für mindestens einen Tag künstlich beatmet werden mussten.)
 - Beatmungsdauer in Tagen
 - Operationen (In diesem Abschnitt wurde erfasst, wie viele Operationen beim jeweiligen Fall durchgeführt wurden. **Limitation:** Es wurde nicht erfasst, welche Operationen durchgeführt werden mussten.)

Alle Arbeiten wurden an einem passwortgeschützten PC auf der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie der Medizinischen Universität Graz durchgeführt. Die Daten waren während der gesamten Zeit ausschließlich für Mitarbeiter*innen der Studie und betreuenden Personen zugänglich. Um unsere Daten mit den österreichweiten Unfallstatistiken vergleichbar zu machen, wurde eine Datenerhebung bei Statistik Austria in Auftrag gegeben.

2.3.1 Verletzungsgruppen

Um die verletzten Jugendlichen nach Verletzungsschwere klassifizieren zu können, wurden die Verletzten nach ihrem ISS in fünf verschiedene Verletzungsklassen (-gruppen) klassifiziert (26).

1. **Leicht verletzt:** ISS von 1-8
2. **Mittelschwer verletzt:** ISS von 9-15
3. **Schwer verletzt:** ISS von 16-24
4. **Schwerst verletzt:** ISS von 25-74
5. **Tödlich verletzt/verstorben:** ISS von 75

2.3.2 Gesetzesgruppen

Gemäß der vorliegenden Erkenntnisse in der Einleitung kam es in den 18 Jahren von 2004 bis 2022 zu mehreren tiefgreifenden Veränderungen im Führerscheingesetz (Mopedführerschein §31). Ein wichtiger Punkt dieser Arbeit war die Klärung der Frage, ob sich eben diese Gesetzesänderungen auf die Verletzungsschwere bei Mopedunfällen ausgewirkt haben. Hierfür wurden ein weiteres Mal alle verletzten Jugendlichen nach Mopedunfällen im Einzugsgebiet der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie einbezogen. Die genaue Darstellung der Gesetzesänderungen wurde bereits in der Einleitung besprochen. Um die Verletzten nach den maßgeblichsten Gesetzesänderungen zu klassifizieren, wurden sie in die vier folgenden Gruppen eingeteilt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Gesetzesgruppen Mopedführerscheingesetz

Gesetzesgruppe	Änderung zu Beginn des Zeitraums
01/2002-12/2004 (1) ^b	Mindestalter um 1 Jahr erhöht
01/2005-12/2008 (2)	Abschaffung der Sonderregelung
01/2009-12/2016 (3)	Einführung der Praxisausbildung
01/2017-12/2022 (4)	Erhöhung des Mindestalters (4 Monate)

^b Beginn der Datenerfassung 2004

2.4 Endpunkte

Als primärer Endpunkt wurde die Veränderung des ISS und damit der Verletzungsschwere bei Mopedunfällen in den 18 Jahren von 2004 bis 2022 festgelegt. Um alle Parameter analysieren und vergleichen zu können, wurden die Patient*innen in Gruppen eingeteilt. Zuerst wurde die allgemeine Unfallcharakteristik statistisch erfasst und dargestellt. Als weitere wichtige Endpunkte standen die Verletzungsschwere (ISS) und das Verletzungsmuster in Abhängigkeit verschiedener Parameter im Mittelpunkt. In der Datenerfassung wurden ebenso verschiedenste Informationen zur Diagnostik bei Mopedunfällen gesammelt und im Anschluss aufgearbeitet. Als weitere sekundäre Endpunkte wurden Zusammenhänge beim Transportmittel ins Krankenhaus, der intensivmedizinischen Therapie und der zeitlichen Häufung von Mopedunfällen bestimmt. Die folgenden Forschungsfragen wurden im Vorhinein definiert, alle Fragen beziehen sich dabei auf jene Patient*innen, welche aufgrund eines Mopedunfalls an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie in den Jahren von 2004 bis 2022 behandelt wurden.

Fragen zur allgemeinen **Unfallcharakteristik**:

1. Hat die Zahl der Patient*innen, welche aufgrund eines Mopedunfalls an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt wurden, im Laufe der Zeit zugenommen?
2. Wie verhalten sich diese Zahlen zu den nationalen Unfallzahlen?
3. Welche Altersgruppe wurde am häufigsten verletzt?
4. Wurden gleich viele männliche wie weibliche Jugendliche verletzt?
5. Wenn Unterschiede bestehen, wie haben sich diese über den Studienzeitraum entwickelt?
6. Bei wie vielen Mopedunfällen war ein anderes Fahrzeug beteiligt?
7. Wie oft wurden Patient*innen aufgrund eines Mopedunfalls zugewiesen und wie hat sich dies über die Jahre entwickelt?

Fragen zu **Verletzungsmuster und Verletzungsschwere**:

1. Wie schwer wurden die Jugendlichen über den gesamten Zeitraum verletzt und welcher ISS-Klasse bzw. welchem Schweregrad waren sie zuzuordnen?

2. Gibt es Unterschiede in der Verletzungsschwere zwischen den verschiedenen Altersgruppen?
3. Unterscheiden sich der ISS und damit die Verletzungsschwere zwischen männlichen und weiblichen Jugendlichen?
4. Welche Körperregion wurde wie oft verletzt, sprich: Wie sieht das durchschnittliche Verletzungsmuster aus?
5. Variiert das Verletzungsmuster zwischen den Altersgruppen?
6. Wie stellte sich das Verletzungsmuster bei den verschiedenen ISS-Klassen dar?
7. Gibt es Abweichungen im Verletzungsmuster, wenn ein anderes Fahrzeug am Mopedunfall beteiligt war?
8. War der ISS bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung höher?
9. Ist der ISS bei stationären Patient*innen höher als bei ambulanten?
10. Hatte man bei Unfällen mit Fremdbeteiligung eine höhere Wahrscheinlichkeit, intensivtherapeutische Maßnahmen zu benötigen?
11. Wie sieht das Verletzungsmuster in Abhängigkeit von der primär verletzten Körperregion aus (z.B. welches Verletzungsmuster bei Kopfverletzungen)?
12. Welches Verletzungsmuster hatten zugewiesene Jugendliche im Vergleich zum Gesamtkollektiv?
13. Unterscheidet sich der ISS in Abhängigkeit von der Zuweisungsart?
14. Gibt es andere Verletzungsmuster bei den beiden Geschlechtern?

Fragen zur **Diagnostik:**

1. Welche bildgebende Diagnostik wurde am häufigsten verwendet?
2. Gab es Unterschiede in der verwendeten Diagnostik bei den verschiedenen ISS-Klassen?

Fragen zum **Transport ins Krankenhaus:**

1. Welche ISS-Klasse wurde wie oft mit notärztlicher Begleitung (NAH/NEF) eingeliefert?

Fragen zu **Intensivmedizin**:

1. Wie viele der Jugendlichen mussten auf der Intensivstation behandelt werden?
2. Welcher Anteil der verschiedenen ISS-Klassen musste auf der Intensivstation behandelt werden?
3. Wie lange dauerte der Intensivaufenthalt im Durchschnitt?
4. Daraus folgend stellt sich noch die Frage, ob die Dauer des Intensivaufenthalts von der ISS-Klasse abhängig war.
5. Welches Verletzungsmuster hatten Intensivpatient*innen nach Mopedunfällen?
6. Wie schwer wurden Intensivpatient*innen im Durchschnitt verletzt (ISS)?
7. In manchen Fällen war eine maschinelle Beatmung nötig, wie häufig und wie lange war dies im Schnitt nötig?
8. Gab es einen Zusammenhang zwischen ISS und Beatmungsdauer?

Fragen zum Einfluss der **Gesetzesänderungen**:

1. Hatten die Gesetzesänderungen im Führerscheingesetz einen Einfluss auf den ISS?
2. Können dieselben Beobachtungen in allen Altersgruppen gemacht werden?

Fragen zum **Unfallzeitpunkt**:

1. In welcher Jahreszeit und in welchem Monat wurden die meisten Jugendlichen bei Mopedunfällen verletzt?
2. An welchem Wochentag kam es zu den meisten Mopedunfällen?

2.5 Statistik

Die Daten aus der Excel-Tabelle wurden in das Statistik-Programm (IBM) SPSS Statistics 28 überführt und für die erweiterte Statistik vorbereitet. Dafür musste eine Binarisierung durchgeführt werden. Darunter versteht man die sog. „Dummy-Kodierung“, bei der eine kategorielle Variable mit zwei Ausprägungen (ja/nein) in eine binäre Variable (0/1) umgewandelt wird. Bei Variablen mit mehr als zwei Ausprägungen oder verschiedenen Klassen erfolgte ebenfalls eine Kodierung nach Zahlen (1-X). Im Anschluss konnten die vordefinierten Fragen nach den folgenden statistischen Methoden beantwortet werden: Zu Beginn wurden die jeweiligen Daten mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung überprüft. Weiters erfolgte in SPSS eine visuelle Prüfung auf Normalverteilung mit QQ-Diagrammen. Ergab sich aus dieser primären Überprüfung eine Normalverteilung, so wurde für die weitere statistische Testung ein t-Test gewählt. Konnte eine Normalverteilung ausgeschlossen werden, wurde für den Vergleich von zwei unabhängigen Variablen der Mann-Whitney-U-Test angewendet. Handelte es sich bei den nicht normalverteilten Daten um kategorielle Variablen, wurden je nach Stichprobengröße und Anwendungslimitationen der Chi-Quadrat-Test oder der Fisher-Exakt-Test verwendet. Sollten bei nicht normalverteilten Werten mehr als zwei Variablen überprüft werden, musste der Kruskal-Wallis-Test für die Signifikanzprüfung verwendet werden (in Kombination mit Mann-Whitney-U-Tests mit Korrektur nach Bonferroni). In manchen Fällen sollte noch der Zusammenhang zwischen einer unabhängigen und einer abhängigen Variable überprüft werden. Dafür wurden die Variablen auf Korrelation getestet und der jeweilige Korrelationskoeffizient nach dem Pearson-Korrelationstest dargestellt. Das Signifikanzniveau wurde bei allen Tests, wie in der Statistik üblich, auf einen p-Wert von $<0,05$ festgelegt. Um die Ergebnisse der Statistik besser darzustellen, wurden verschiedene Diagramme erstellt. Darin wurden je nach Normalverteilung der Median und Interquartilsabstand bzw. Mittelwert und Standardabweichung dargestellt.

3 Ergebnisse – Resultate mit graphischen Darstellungen

3.1 Unfallcharakteristik

3.1.1 Entwicklung der Unfallzahlen im Laufe der Zeit

In Tabelle 2 sind die österreichweiten Daten zu Mopedunfällen in den Jahren von 2004 bis 2021 übersichtlich dargestellt. Dabei wurden einerseits die gesamten durch Mopedunfälle verletzten Personen ausgewertet und andererseits dieselben Betrachtungen in der Gruppe der 13- bis 17-jährigen Jugendlichen durchgeführt (jeweils Verletzte und Getötete).

Tabelle 2: Verletzte und getötete Mopedfahrer*innen und -mitfahrer*innen 2004-2021, Daten zur Verfügung gestellt von Statistik Austria (1)

Jahr	Mopedfahrer*innen und -mitfahrer*innen			
	insgesamt		darunter 13- bis 17-Jährige	
	Verletzte	Getötete	Verletzte	Getötete
2004	4 561	44	3 037	18
2005	4 684	41	3 244	17
2006	5 236	38	3 781	12
2007	5 931	24	4 287	12
2008	5 925	24	4 287	7
2009	5 635	30	4 204	14
2010	4 921	18	3 612	12
2011	4 972	17	3 610	9
2012	5 434	18	3 897	7
2013	4 622	15	3 414	7
2014	4 487	13	3 297	6
2015	4 200	7	3 017	5
2016	3 972	7	2 903	5
2017	3 888	13	2 837	7
2018	3 868	8	2 903	6
2019	3 752	10	2 770	7
2020	3 161	4	2 338	3
2021	3 359	13	2 566	7

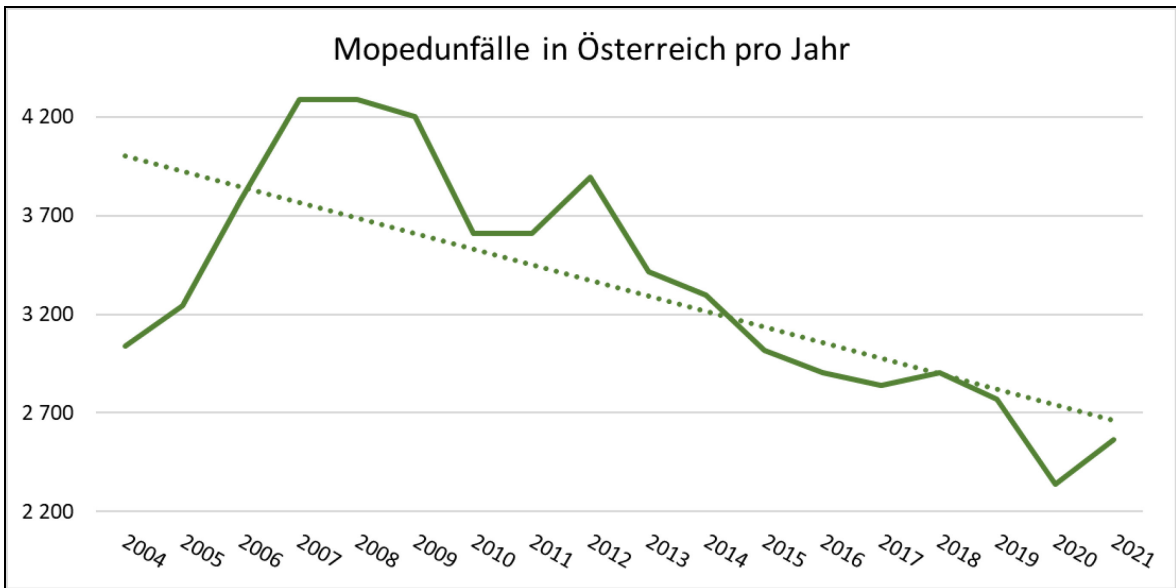


Abbildung 2: Jährliche Mopedunfälle von 13- bis 17-Jährigen in Österreich (Mittelwerte), anhand der Daten von Statistik-Austria

Laut den Daten von Statistik-Austria kam es über die letzten Jahre, wie anhand der Trendlinie ersichtlich wird, zu einer Abnahme der jährlichen Mopedunfälle in Österreich (Abbildung 2). Im Vergleich dazu ist die graphische Darstellung der erfassten Daten aller Jugendlichen, welche an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie aufgrund eines Mopedunfalls behandelt wurden, angeführt (Abbildung 3).

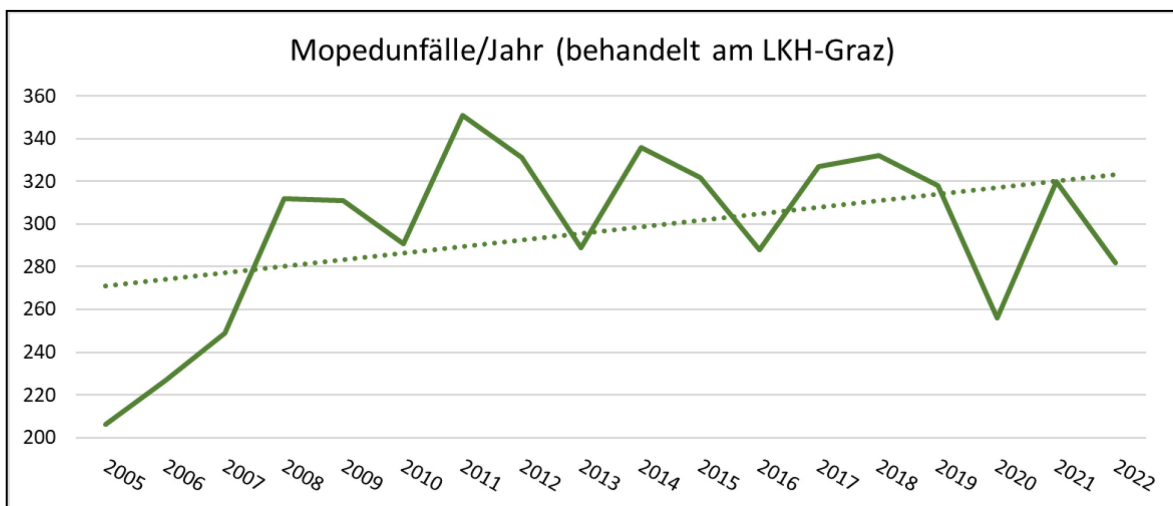


Abbildung 3: An der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie aufgrund eines Mopedunfalls behandelte Jugendliche

Auch an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie kam es zu Schwankungen bei den Unfallzahlen. Eine eingefügte Trendlinie zeigt insgesamt aber eine Zunahme der jährlich behandelten Jugendlichen (Abbildung 3).

3.1.2 Altersverteilung bei Mopedunfällen

Es zeigte sich, dass mehr als die Hälfte (52,8%) der Jugendlichen zum Zeitpunkt des Unfalles 15 Jahre alt war. Die am zweithäufigsten verletzte Altersgruppe bestand mit 27,5% aller Verletzten aus den 16-Jährigen, gefolgt von den 17-Jährigen mit 12,9%. Am seltensten wurden 14-Jährige (5,5%) und 13-Jährige (1,3%) bei Mopedunfällen verletzt (Abbildung 4).

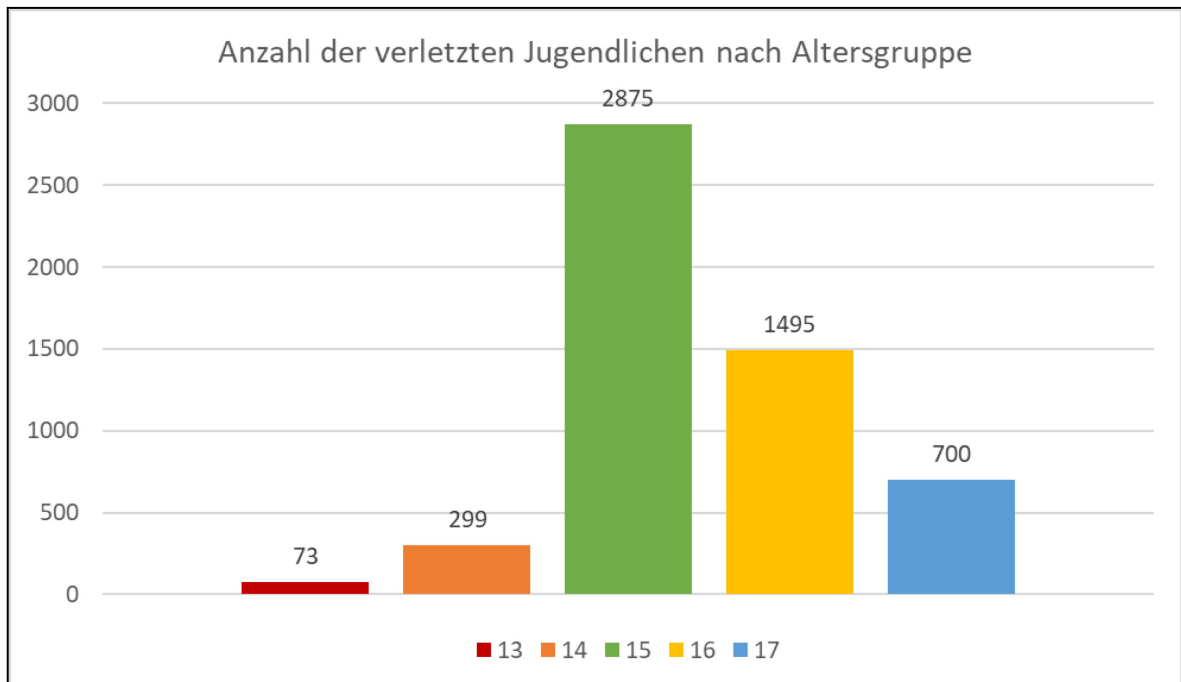


Abbildung 4: Altersverteilung der bei Mopedunfällen verletzten Jugendlichen

Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, waren 80,3% der verletzten Jugendlichen zwischen 15 und 16 Jahre alt. Der Anteil der Verletzten, welche ohne Führerschein verunfallt sind (13- und 14-Jährige), beträgt lediglich 6,8%.

Tabelle 3: Altersgruppen bei Mopedunfällen von 2004 bis 2022

Altersgruppe	N=5442	Prozent (%)
13-Jährige	73	1,3
14-Jährige	299	5,5
15-Jährige	2875	52,8
16-Jährige	1495	27,5
17-Jährige	700	12,9

3.1.3 Geschlechtsverteilung bei Mopedunfällen

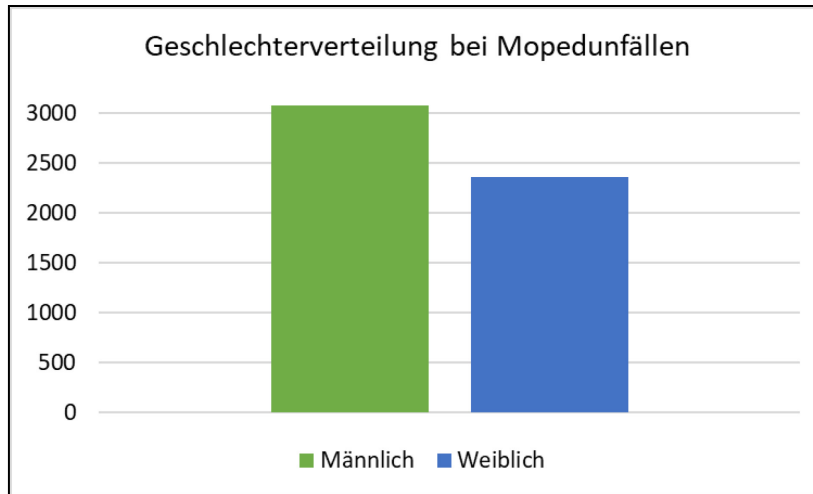


Abbildung 5: Anteil der weiblichen und männlichen verletzten Mopedlenker*innen

Insgesamt wurden 5442 weibliche und männliche Jugendliche verletzt. Mit Bezug auf Abbildung 5, machen die männlichen Jugendlichen mit 56,6% (n=3079) den größeren Teil der Verletzten aus, damit ergibt sich ein weiblicher Anteil von 43,4% (n=2363).

Tabelle 4: Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Verletzten bei Verkehrsunfällen in der Steiermark (2004-2022) und in Österreich (2013-2022)

Geschlecht	Anzahl LKH Graz (n)	Anzahl Österreichweit (n)
Männlich	3079 (56,6%)	261634 (56,8%)
Weiblich	2363 (43,4%)	199141 (43,2%)

In Österreich wurden in den 10 Jahren des Studienzeitraums (2013-2022) 460775 Personen bei Verkehrsunfälle verletzt, dabei waren laut Statistik Austria, wie in Tabelle 4 dargestellt, 56,8% der Verletzten männlich und 43,2% weiblich (27). Aufgrund der Verfügbarkeit der Daten konnte österreichweit nur der Zeitraum von 2013 bis 2022 analysiert werden.

3.1.4 Verteilung der Geschlechter im Laufe der Zeit

In den Jahren von 2004 bis 2022 wurden in jedem Jahr mehr männliche als weibliche Jugendliche verletzt. Einzige Ausnahme ist dabei das Jahr 2018, in welchem exakt gleich viele weibliche und männliche Jugendliche aufgrund eines Mopedunfalls an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt wurden (♂: n=166, ♀: n=166, Tabelle 5).

Tabelle 5: Geschlechtsverteilung der nach Mopedunfällen in Graz behandelten Patient*innen

Jahr	Männlich	Weiblich	Verteilung (M/W)
2004	55	39	58,5% / 41,5%
2005	120	86	58,3% / 41,7%
2006	137	90	60,4% / 39,6%
2007	131	118	52,6% / 47,4%
2008	197	115	63,1% / 36,9%
2009	185	126	59,5% / 40,5%
2010	162	129	55,7% / 44,3%
2011	193	158	55,0% / 45,0%
2012	191	140	57,7% / 42,3%
2013	153	136	52,9% / 47,1%
2014	190	146	56,5% / 43,5%
2015	181	141	56,2% / 43,8%
2016	169	119	58,7% / 41,3%
2017	195	132	59,6% / 40,4%
2018	166	166	50,0% / 50,0%
2019	173	145	54,4% / 45,6%
2020	132	124	51,6% / 48,4%
2021	192	128	60,0% / 40,0%
2022	157	125	55,7% / 44,3%
Gesamt (N)	3079	2363	56,6% / 43,4%

3.1.5 Fremdbeteiligung bei Mopedunfällen

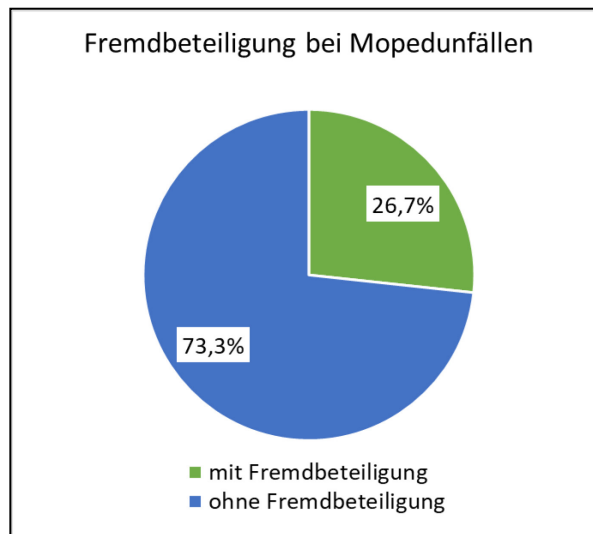


Abbildung 6: Anteil der Fremdbeteiligung bei Mopedunfällen

Entsprechend der Angaben in Abbildung 6 waren bei 26,7% (n=1455) aller Mopedunfälle im Einzugsgebiet der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie andere Fahrzeuge beteiligt. Bei 73,3% (n=3987) der Unfälle kam es zu keiner Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmenden und der/die Mopedlenker*in kam allein zu Sturz.

3.1.6 Zuweisung aus anderen Krankenhäusern

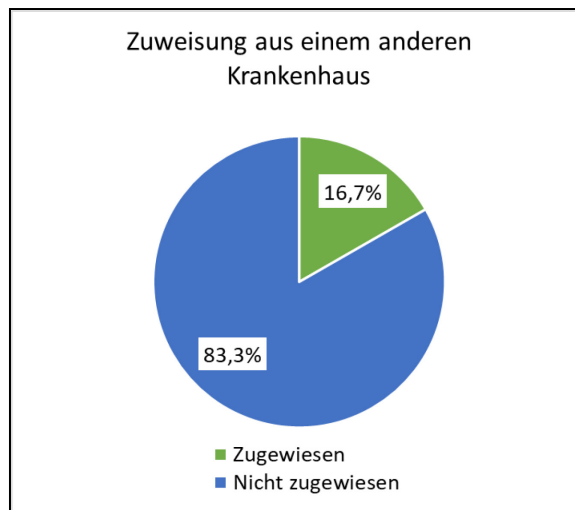


Abbildung 7: Anteil der Zuweisungen aus anderen Krankenhäusern

Von den 5442 behandelten Jugendlichen wurden 16,7% (n=911) aus der Peripherie zugewiesen, der größere Teil mit 83,3% (n=4531) wurde direkt an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt (Abbildung 7).

3.1.7 Zuweisungen bei Mopedunfällen in den Jahren von 2004 bis 2022

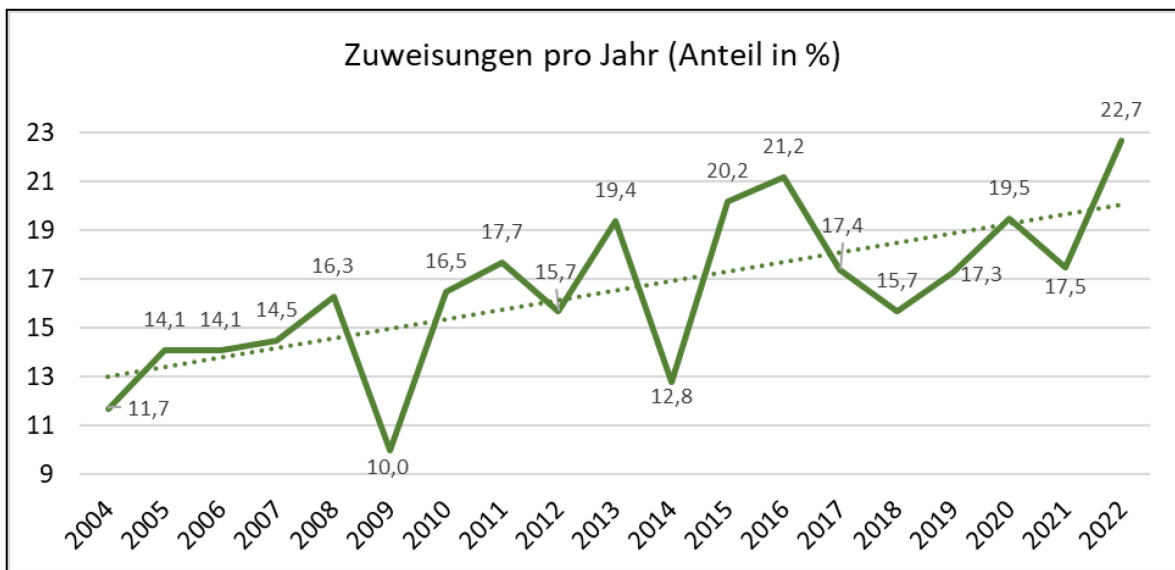


Abbildung 8: Zuweiser-Verhalten bei Mopedunfällen in den Jahren von 2004 bis 2022

Nachdem in Abbildung 8 eine Trendlinie eingefügt wurde, zeigt sich eine stetige Zunahme des Anteils an Patient*innen welche aus einem anderen Krankenhaus zugewiesen wurden. Der Tiefstwert an Zuweisungen nach Mopedunfällen an die Universitätsklinik für Kinder-Jugendchirurgie lag bei 10%, im Jahr 2009. Wenn man diesen Wert mit dem aktuellen und auch höchsten Wert im Jahr 2022 vergleicht, ist der Anteil mit 22,7% mehr als doppelt so hoch.

3.2 Verletzungsschwere und Verletzungsmuster

3.2.1 ISS-Klasse und Verletzungsschwere

Wie gemäß Tabelle 6 deutlich erkennbar ist, wurden die meisten Personen (94,7%) leicht verletzt. Auch wenn aufgrund der großen Menge an Patient*innen der prozentuelle Anteil an schwerer verletzten Personen gering erscheint, so wurden im Betrachtungszeitraum bei Mopedunfällen im Einzugsgebiet der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie 285 Jugendliche mittelschwer bis schwerst verletzt. Insgesamt lag der mittlere ISS über den gesamten Zeitraum bei 3,00.

Tabelle 6: ISS-Klassen und Verletzungsschwere bei Mopedunfällen

ISS-Klasse	N=5442	Prozent (%)
Leicht (verletzt)	5153	94,7
Mittelschwer	207	3,8
Schwer	51	0,9
Schwerst	27	0,5
Tödlich	4	0,1

3.2.2 ISS der verschiedenen Altersgruppen

In Tabelle 7 ist der gemittelte ISS der jeweiligen Altersgruppe dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Gruppe der 15-Jährigen mit einem mittleren ISS von 3,14 den höchsten Wert hatte.

Tabelle 7: Mittlerer ISS der Altersgruppen

Alter	Mittelwert-ISS	Anzahl (n)	Median/IQR
13 Jahre	2,70 ($\sigma=2,79$)	73	1,00/4
14 Jahre	2,90 ($\sigma=3,19$)	299	1,00/5
15 Jahre	3,14 ($\sigma=4,36$)	2875	1,00/5
16 Jahre	2,89 ($\sigma=4,40$)	1495	1,00/2
17 Jahre	2,76 ($\sigma=3,83$)	700	1,00/1

Tabelle 8: p-Werte beim Altersgruppenvergleich der Verletzungsschwere

Altersgruppe- Vergleich	ISS Vergleich	p-Wert
17a/13a	2,76/2,70	0,684
17a/16a	2,76/2,89	0,242
17a/14a	2,76/2,90	0,075
17a/15a	2,76/3,14	0,001^a
13a/16a	2,70/2,89	0,976
13a/14a	2,70/2,90	0,575
13a/15a	2,70/3,14	0,475
16a/14a	2,89/2,90	0,272
16a/15a	2,89/3,14	0,011^a
14a/15a	2,90/3,14	0,850

^a Signifikanzniveau unterschritten (nach Bonferroni-Korrektur)

Anschließend wurde überprüft, ob zwischen den verschiedenen Altersgruppen ein statistisch signifikanter Unterschied des ISS besteht. Zwischen der Gruppe der 17-Jährigen und jener der 15-Jährigen ergab sich ein signifikanter Unterschied (ISS-17: Median=1,00; IQR=1/ ISS-15: Median=1,00; IQR=5; p=0,001). Ebenso zwischen den 16-Jährigen und den 15-Jährigen (ISS-16: Median=1,00; IQR=2 / ISS-15: Median=1,00; IQR=5; p=0,011), wobei in beiden Fällen die 15-Jährigen schwerer verletzt wurden. Zwischen den anderen Altersgruppen besteht kein signifikanter Unterschied, womit es nur geringfügige Unterschiede in der Verletzungsschwere gibt (Tabelle 8).

3.2.3 Geschlechtervergleich im ISS-Score

Laut unseren Erhebungen war der ISS bei männlichen Jugendlichen um 33,6% höher als bei weiblichen Jugendlichen (Weiblich/männlich: p=<0,001). Damit wird deutlich, dass männliche Jugendliche bei den Mopedunfällen in den Jahren von 2004 bis 2022 um mehr als ein Drittel schwerer verletzt wurden als weibliche Jugendliche (weiblich Median: 1,00/IQR 1 vs. männlich Median: 1,00/IQR 5, Abbildung 9).

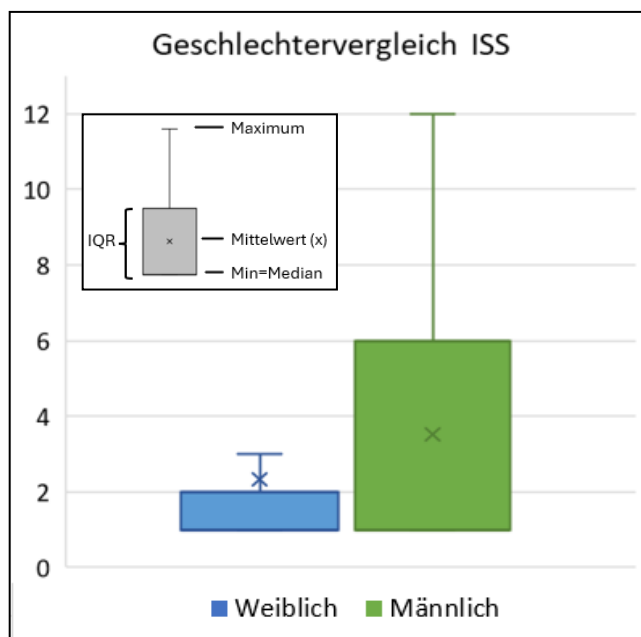


Abbildung 9: Geschlechtervergleich beim ISS

3.2.4 Verletzungsmuster insgesamt

Konform der Tabelle 9 waren die mit Abstand am häufigsten verletzte Körperregion die Extremitäten, 95% der 5442 Verletzten hatte mindestens eine Verletzung der Extremitäten. Weiters wurden 15% der Verunfallten am Kopf verletzt, gefolgt von Becken- (7,2%), Thorax- (7,0%), Abdomen- (4,5%) und Gesichtsverletzungen (3,5%).

Tabelle 9: Häufigkeit der verletzten Körperregion bei Mopedunfällen

Körperregion	Anteil in Prozent (%)	Anzahl (n)
Extremitäten	95	5170
Kopf	15	814
Becken	7,2	394
Thorax	7	380
Abdomen	4,5	244
Gesicht	3,5	188

3.2.5 Verletzungsmuster der verschiedenen Altersgruppen

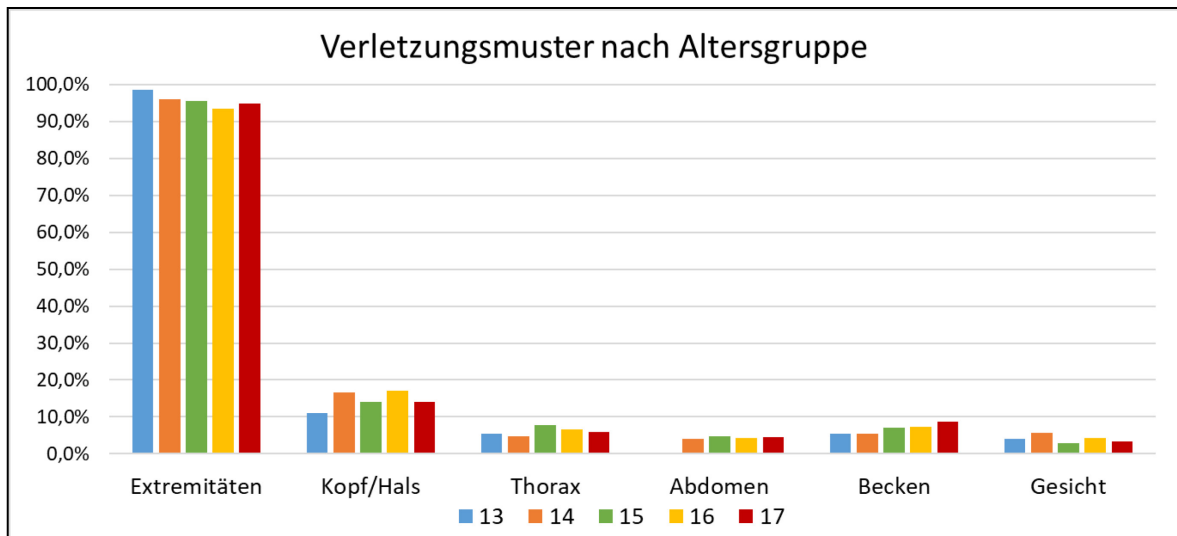


Abbildung 10: Verletzungsmuster der jeweiligen Altersgruppe bei Mopedunfällen

Wie sich anhand des Diagramms in Abbildung 10 abschätzen lässt, gab es nur sehr geringe Abweichungen des Verletzungsmusters zwischen den unterschiedlichen Altersgruppen. Als einziger Ausreißer wurde das Fehlen von abdominalen Verletzungen bei der Gruppe der 13-Jährigen ersichtlich. Mithilfe des Fisher-Exakt Tests wurde überprüft, ob das Alter der Patient*innen einen Einfluss auf die Verletzungswahrscheinlichkeit der verschiedenen Körperregionen hatte.

Tabelle 10: p-Werte bei Fisher Exakt-Test (Alter zu Körperregion)

Körperregion	Extremitäten	Kopf/Hals	Becken	Thorax	Abdomen	Gesicht
p-Wert zu Alter	0,036^a	0,053	0,360	0,206	0,327	0,021^a

^a Signifikanzniveau unterschritten ($p < 0,05$)

Dabei wurde festgestellt, dass es bei Extremitätenverletzungen und Gesichtsverletzungen einen signifikanten Unterschied zwischen den Altersgruppen gibt. Extremitäten wurden häufiger bei 13-jährigen Patient*innen verletzt und Gesichtsverletzungen waren bei der Gruppe der 15-Jährigen seltener als bei den anderen Altersgruppen (Tabelle 10).

3.2.6 Verletzungsmuster der verschiedenen ISS-Klassen

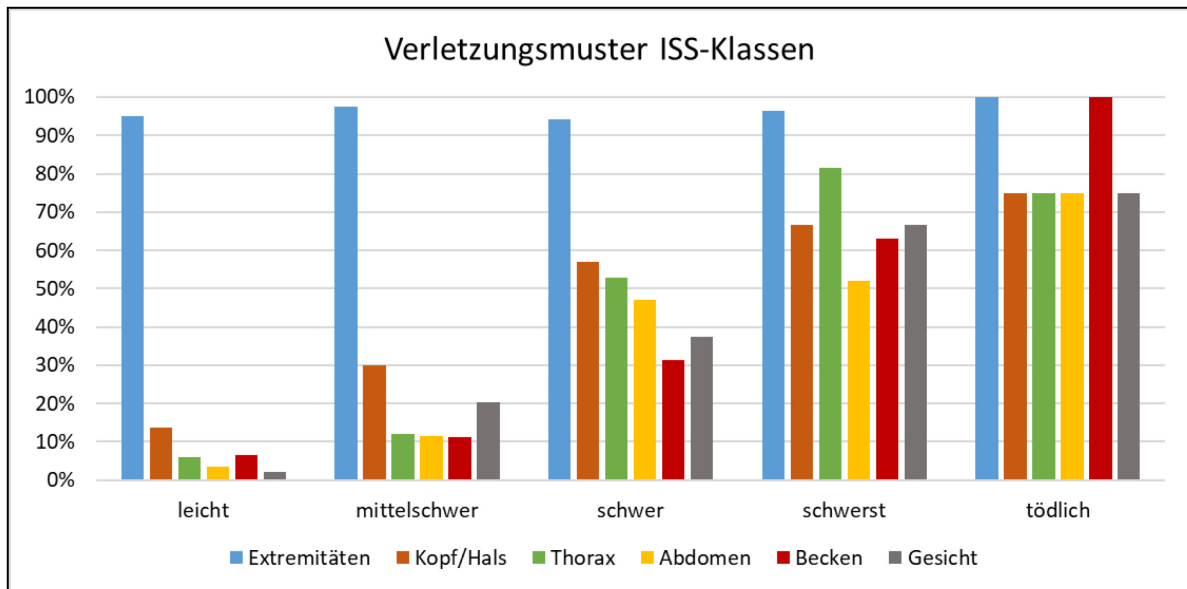


Abbildung 11: Verletzungsmuster der verschiedenen ISS-Klassen

Bei den Altersgruppen waren nur sehr geringe Abweichungen im Verletzungsmuster erkennbar, umso deutlicher sind die Abweichungen bei den Verletzungsmustern in Relation zur Verletzungsschwere. Es wird deutlich, dass mit höherer ISS-Klasse mehr Körperregionen verletzt wurden (Abbildung 11).

Tabelle 11: p-Werte bei Chi-Quadrat Test zwischen ISS-Klasse und Körperregion

Körperregion	Extremitäten	Kopf/Hals	Becken	Thorax	Abdomen	Gesicht
p-Wert zu ISS-Klasse	0,490	<0,001 ^a	<0,001 ^a	<0,001 ^a	<0,001 ^a	<0,001 ^a

^a Signifikanzniveau unterschritten ($p < 0,05$)

Die statistische Testung hat ergeben, dass bei den Kopf/Hals-, Becken-, Thorax-, Abdomen-, und Gesichtsverletzungen die ISS-Klasse und damit die Verletzungsschwere direkten Einfluss auf die Häufigkeit der verletzten Körperregionen hatte. Bei den Extremitätenverletzungen hatte die ISS-Klasse keinen Einfluss auf die Verletzungswahrscheinlichkeit der verschiedenen Körperregionen (Verletzung der Extremitäten/ ISS-Klasse: $p=0,490$) (Tabelle 11).

3.2.7 Verletzungsmuster bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung

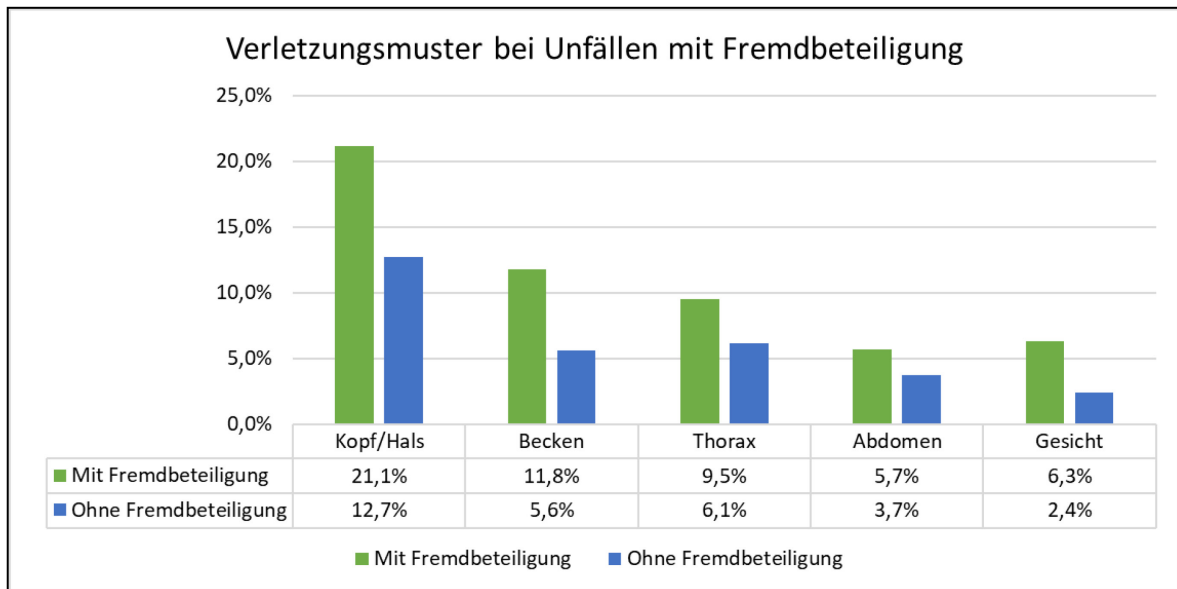


Abbildung 12: Verletzungsmuster bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung (Extremitäten ausgeblendet)

In Abbildung 12 wird deutlich sichtbar, dass die Jugendlichen bei Unfällen mit Fremdbeteiligung in allen beschriebenen Körperregionen häufiger verletzt wurden als bei Unfällen ohne Fremdbeteiligung. Die Körperregion „Extremitäten“ wurde in Abbildung 12 aufgrund fehlender Abweichungen und zur besseren Übersicht nicht dargestellt.

Tabelle 12: Vergleich zwischen Verletzungen mit und ohne Fremdbeteiligung

Körperregion verletzt	Anteil ohne Fremdbeteiligung (%)	Anteil mit Fremdbeteiligung (%)	p-Wert
Extremitäten	94,8	95,5	0,345
Kopf/Hals	12,7	21,1	<0,001 ^a
Becken	5,6	11,8	<0,001 ^a
Thorax	6,1	9,5	<0,001 ^a
Abdomen	3,7	5,7	<0,001 ^a
Gesicht	2,4	6,3	<0,001 ^a

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

Gemäß Tabelle 12 gab es bei Unfällen mit Fremdbeteiligung keinen signifikanten Unterschied in der Verletzungswahrscheinlichkeit der Extremitäten im Vergleich zu Unfällen ohne Fremdbeteiligung (mit FB: 95,5%/ohne FB: 94,8%; $p = 0,345$). Bei allen

anderen Körperregionen konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Wahrscheinlichkeit für Verletzung dieser Körperregionen/Fremdbeteiligung: $p < 0,001$). Damit wurden Patient*innen nach Mopedunfällen mit Beteiligung eines anderen Fahrzeuges in allen Körperregionen außer den Extremitäten mit höherer Wahrscheinlichkeit verletzt als bei Unfällen ohne Fremdbeteiligung.

3.2.8 ISS bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung

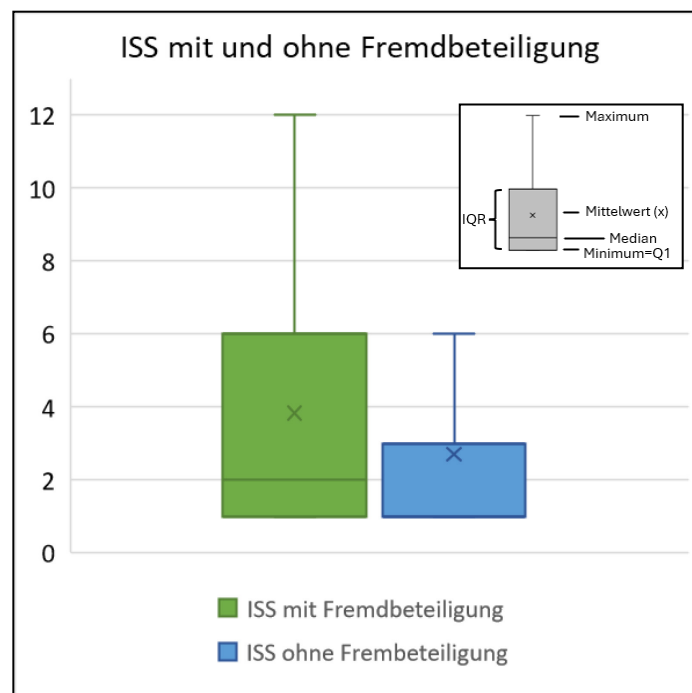


Abbildung 13: ISS mit und ohne Fremdbeteiligung

Der ISS war bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung um 29,7% höher als bei Mopedunfällen ohne Fremdbeteiligung. Die statistische Testung hat ergeben, dass der ISS bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung statistisch signifikant höher ist als bei Unfällen ohne ein anderes Fahrzeug (ohne Fremdbeteiligung ISS: Median=1; IQR=2/mit Fremdbeteiligung ISS: Median=2; IQR=5; $p < 0,001$) (Abbildung 13).

3.2.9 ISS bei stationären Patient*innen

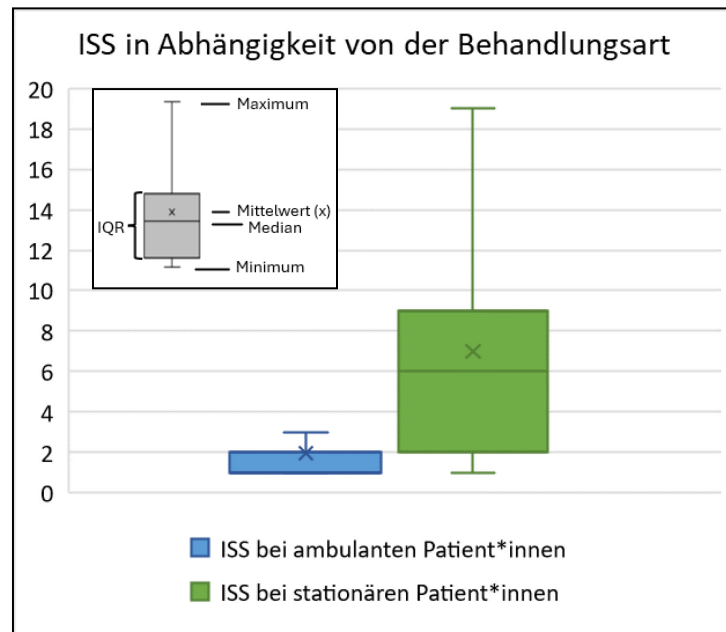


Abbildung 14: ISS in Abhängigkeit von der Behandlungsart

Ambulante Patient*innen hatten einen mittleren ISS von 1,96 und stationär aufgenommene Patient*innen einen ISS von 7,00 (ambulante Patient*innen ISS: Median=1; IQR=1/stationäre Patient*innen ISS: Median=6; IQR=7; p-Wert=<0,001). Damit war der ISS bei stationären Patient*innen 3,6-mal höher als bei ambulanten Patient*innen, womit stationär aufgenommene Personen deutlich schwerer verletzt waren als Ambulanzpatient*innen (Abbildung 14).

3.2.10 Zusammenhang zwischen Fremdbeteiligung bei Mopedunfällen und Intensivaufenthalt

Tabelle 13: Intensivaufenthalt mit und ohne Fremdbeteiligung

Unfallart	Verletzte auf Intensivstation	Verletzte auf Normalstation oder ambulant	Anteil Intensiv	p-Wert
Mit Fremdb.	78	1377	5,7%	<0,001 ^a
Ohne Fremdb.	54	3933	1,4%	

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

Es hat sich gezeigt, dass Jugendliche nach Unfällen mit Fremdbeteiligung 4,1-mal wahrscheinlicher intensivmedizinische Betreuung benötigten als Jugendliche nach Mopedunfällen ohne Fremdbeteiligung (Tabelle 13).

3.2.11 Verletzungen in Abhängigkeit der primär verletzten Region

Tabelle 14: Mitverletzte Körperregionen bei Kopf-/Halsverletzungen

Körperregion verletzt	Anteil bei Kopfverletzungen (%)	Anteil bei Gesamtpopulation (%)	p-Wert
Extremitäten	83,3	95,0	<0,001 ^a
Becken	10,2	7,2	<0,001 ^a
Thorax	13,3	7,0	<0,001 ^a
Abdomen	6,0	4,5	0,027 ^a
Gesicht	17,3	3,5	<0,001 ^a

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

Bei Patient*innen mit Kopfverletzungen ($n=814$) gab es eine signifikante Abweichung in allen Körperregionen in Relation zum Verletzungsmuster des gesamten Patient*innenkollektivs. Auffallend ist, dass bei Personen mit Kopfverletzungen 4,9-mal häufiger Gesichtsverletzungen aufgetreten sind als bei der Gesamtpopulation. Ebenso kam es häufiger zu Thorax-, Becken- und Abdomen-Verletzungen. Im Gegensatz dazu traten Extremitätenverletzungen um 11,7% weniger häufig auf (Tabelle 14).

Tabelle 15: Mitverletzte Körperregionen bei Beckenverletzungen

Körperregion verletzt	Anteil bei Beckenverletzungen (%)	Anteil bei Gesamtpopulation (%)	p-Wert
Extremitäten	87,6	95,0	<0,001^a
Kopf/Hals	21,1	15,0	<0,001^a
Thorax	18,8	7,0	<0,001^a
Abdomen	13,7	4,5	<0,001^a
Gesicht	7,6	3,5	<0,001^a

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

Auch bei Personen mit Verletzungen des Beckens ($n=394$) gibt es einen signifikanten Unterschied bei der Verletzungswahrscheinlichkeit anderer Körperregionen. Es traten abermals weniger Verletzungen der Extremitäten als bei der Gesamtpopulation auf, jedoch wurden alle anderen Körperregionen häufiger verletzt. Abdominelle Verletzungen waren 3,0-mal, Thoraxverletzungen 2,6-mal, Gesichtsverletzungen 2,1-mal und Kopf-/Halsverletzungen 1,4-mal wahrscheinlicher (Tabelle 15).

Tabelle 16: Mitverletzte Körperregionen bei Thoraxverletzungen

Körperregion verletzt	Anteil bei Thoraxverletzungen (%)	Anteil bei Gesamtpopulation (%)	p-Wert
Extremitäten	81,6	95,0	<0,001^a
Kopf/Hals	28,4	15,0	<0,001^a
Becken	19,5	7,2	<0,001^a
Abdomen	16,3	4,5	<0,001^a
Gesicht	8,9	3,5	<0,001^a

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

Ebenso im Falle der Thoraxverletzungen ($n=380$) bei Mopedunfällen gab es signifikante Unterschiede im Verletzungsmuster. Extremitätenverletzungen waren wiederum seltener als beim Gesamtkollektiv. Kopf-/Halsverletzungen waren beinahe doppelt so häufig wie in der Vergleichsgruppe (1,9-mal). Auch Becken-, Abdomen-, und Gesichtsverletzungen traten vermehrt auf (Tabelle 16).

Tabelle 17: Mitverletzte Körperregionen bei abdominellen Verletzungen

Körperregion verletzt	Anteil bei Abdomenverletzungen (%)	Anteil bei Gesamtpopulation (%)	p-Wert
Extremitäten	81,6	95,0	<0,001^a
Kopf/Hals	20,1	15,0	0,022^a
Becken	22,1	7,2	<0,001^a
Thorax	25,4	7,0	<0,001^a
Gesicht	7,4	3,5	<0,001^a

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

Schließlich zeigt sich auch bei den abdominellen Verletzungen ($n=244$) eine mittels Chi-Quadrat-Test verifizierte Varianz in der Verletzungswahrscheinlichkeit im Vergleich zum Gesamtkollektiv. Erneut wurden alle Körperregionen außer die Extremitäten häufiger verletzt als bei der Gesamtpopulation (Tabelle 17).

Tabelle 18: Mitverletzte Körperregionen bei Gesichtsverletzungen

Körperregion verletzt	Anteil bei Gesichtsverletzungen (%)	Anteil bei Gesamtpopulation (%)	p-Wert
Extremitäten	87,8	95,0	<0,001^a
Kopf/Hals	25,0	15,0	<0,001^a
Becken	16,0	7,2	<0,001^a
Thorax	18,1	7,0	<0,001^a
Abdomen	9,6	4,5	<0,001^a

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

Zuletzt wurden dieselben Tests bei den Patient*innen mit Gesichtsverletzungen ($n=188$) gemacht. Dabei konnten abermals, ähnlich zu den bereits vorbeschriebenen signifikanten Abweichungen, Veränderungen in der Verletzungswahrscheinlichkeit in Relation zum Gesamtkollektiv gefunden werden (Tabelle 18).

3.2.12 Verletzungsmuster bei zugewiesenen Patient*innen

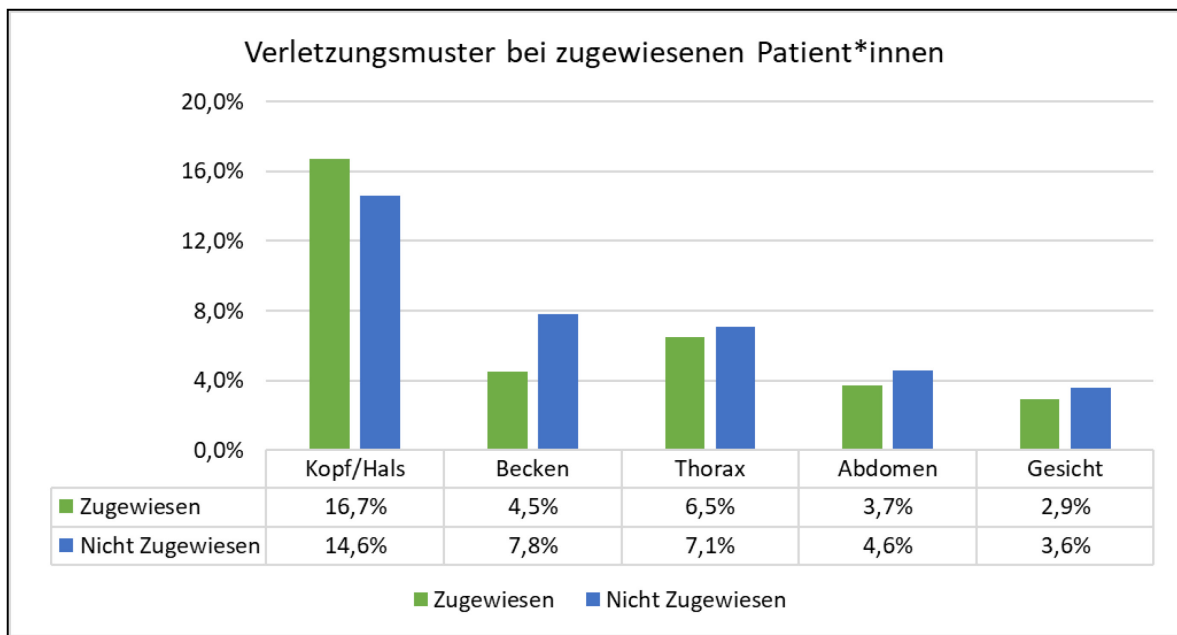


Abbildung 15: Verletzungsmuster bei zugewiesenen Patient*innen

Wie in Abbildung 15 ersichtlich, hat sich ein sehr ähnliches Verletzungsmuster zwischen zugewiesenen und nicht zugewiesenen Patient*innen gezeigt. Trotzdem gibt es einige Unterschiede, welche in Tabelle 19 dargestellt sind.

Tabelle 19: Vergleich zwischen zugewiesenen und nicht zugewiesenen Patient*innen

Körperregion verletzt	Anteil bei Zugewiesenen (%)	Anteil bei nicht Zugewiesenen (%)	p-Wert
Extremitäten	92,8	95,5	0,001 ^a
Kopf/Hals	16,7	14,6	0,115
Becken	4,5	7,8	<0,001 ^a
Thorax	6,5	7,1	0,569
Abdomen	3,7	4,6	0,254
Gesicht	2,9	3,6	0,320

^a Signifikanzniveau beim Chi-Quadrat Test unterschritten ($p < 0,05$)

In Anbetracht der Daten wird deutlich, dass Beckenverletzungen bei nicht zugewiesenen Patient*innen 1,7-mal häufiger nachgewiesen werden konnten als bei zugewiesenen Jugendlichen. Extremitätenverletzungen traten bei zugewiesenen Patient*innen seltener auf als bei nicht zugewiesenen Jugendlichen (Tabelle 19).

3.2.13 ISS in Abhängigkeit der Zuweisungsart

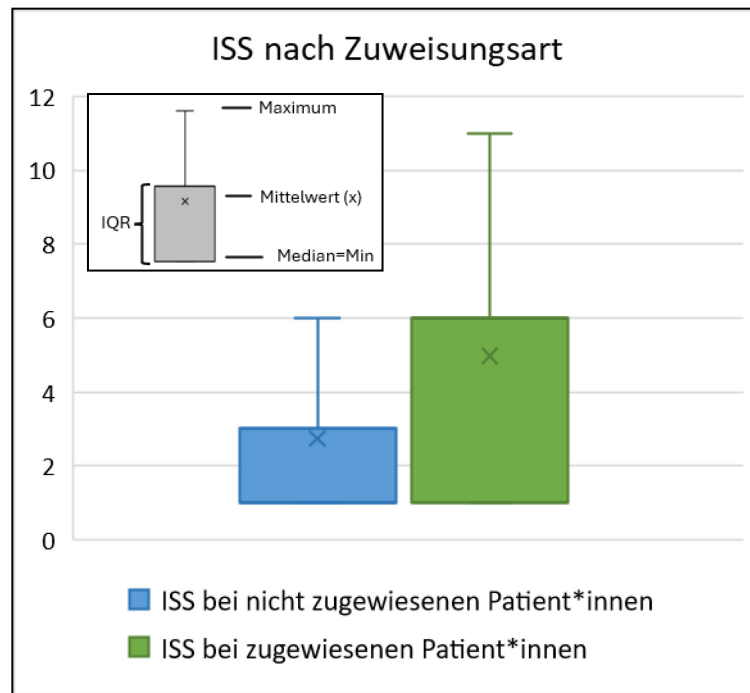


Abbildung 16: ISS in Abhängigkeit der Zuweisungsart

Es hat sich gezeigt, dass zugewiesene Jugendliche deutlich schwerer verletzt waren als nicht zugewiesene Personen (zugewiesene ISS: Median=6; IQR=5/nicht zugewiesene ISS: Median=1; IQR=1; $p < 0,001$). Damit wurde verdeutlicht, dass Jugendliche, welche aus einem anderen peripheren Krankenhaus zugewiesen wurden, 1,5-mal schwerere Verletzungen hatten als Jugendliche, die direkt an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt wurden (Abbildung 16).

3.2.14 Geschlechtsspezifisches Verletzungsmuster

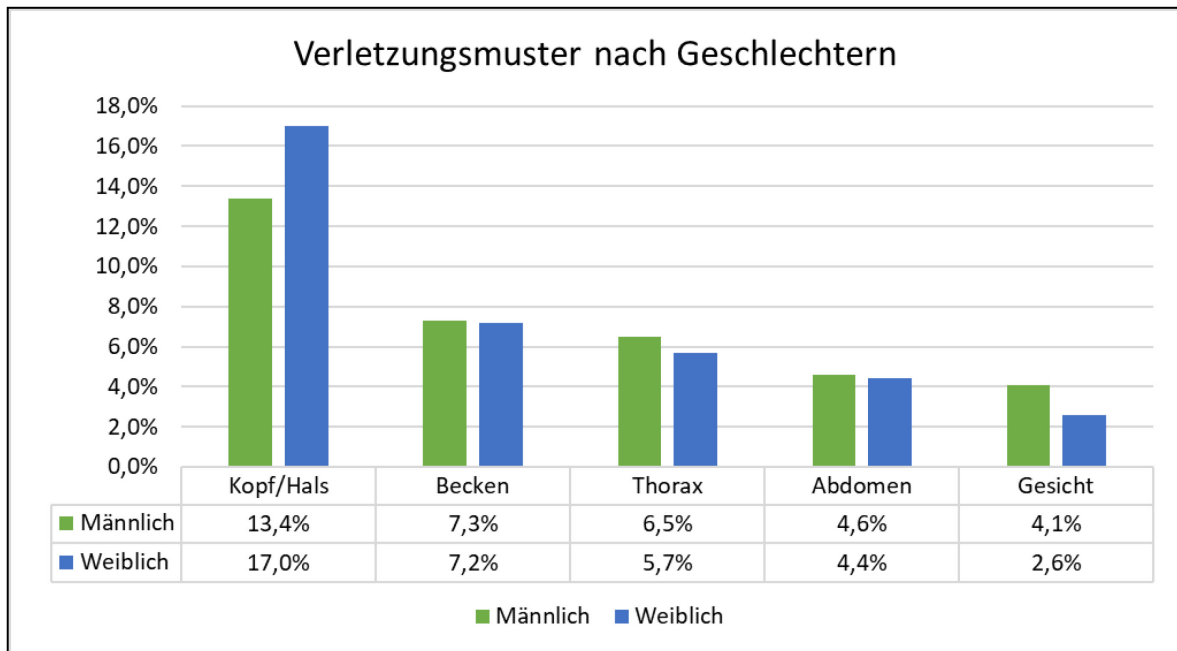


Abbildung 17: Verletzungsmuster nach Geschlechtern

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Extremitäten-, Thorax-, und Gesichtsverletzungen bei männlichen Jugendlichen häufiger waren. Im Gegensatz dazu traten Kopf-/Halsverletzungen bei weiblichen Jugendlichen (um 21,2%) häufiger auf (Abbildung 17).

Tabelle 20: Verletzungsmuster und Verletzungswahrscheinlichkeit nach Geschlecht

Körperregion verletzt	Männlich (%)	Weiblich (%)	p-Wert
Extremitäten	95,6	94,3	0,038 ^a
Kopf/Hals	13,4	17,0	<0,001 ^a
Becken	7,3	7,2	0,833
Thorax	6,5	5,7	<0,001 ^a
Abdomen	4,6	4,4	0,741
Gesicht	4,1	2,6	0,003 ^a

^a Signifikanzniveau unterschritten ($p < 0,05$)

Bei Becken- und Abdomenverletzungen besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern (Becken $p = 0,833$; Abdomen $p = 0,741$) (Tabelle 20).

3.3 Diagnostik

3.3.1 Häufigkeit der bildgebenden Diagnostik

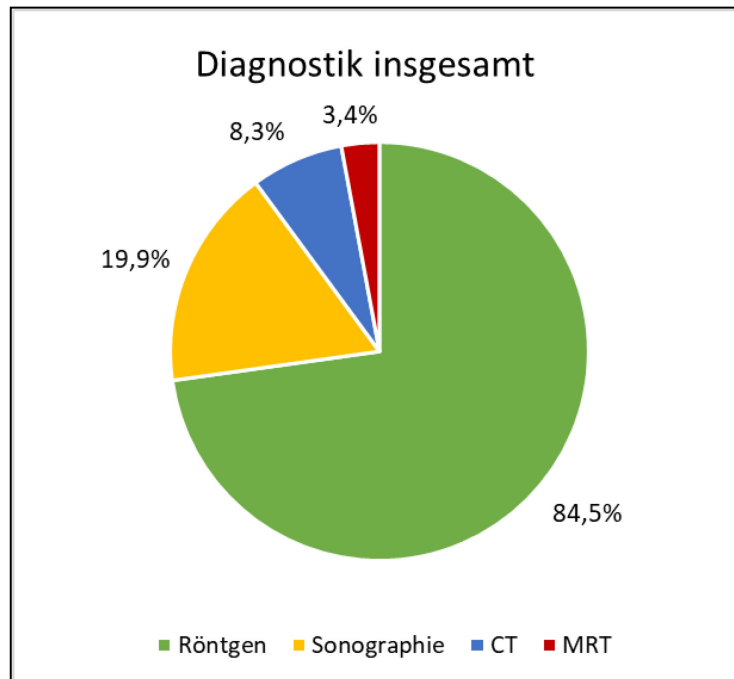


Abbildung 18: Bildgebende Diagnostik nach Mopedunfällen

Aus Abbildung 18 geht hervor, dass 84,5% der Jugendlichen, welche ein bildgebendes Verfahren nach einem Mopedunfall erhalten hatten, mindestens eine Röntgenaufnahme als bildgebendes Verfahren erhielten. An zweiter Stelle lag die Sonographie gestützte Diagnostik (Ultraschall) mit 19,9%. Weniger häufig wurde die Computertomographie eingesetzt, diese wurde jedoch immerhin bei 8,3% der verletzten Jugendlichen angewendet. Am seltensten kam nach Mopedunfällen die Magnetresonanztomographie (3,4%) zum Einsatz.

3.3.2 Diagnostik bei den verschiedenen ISS-Klassen

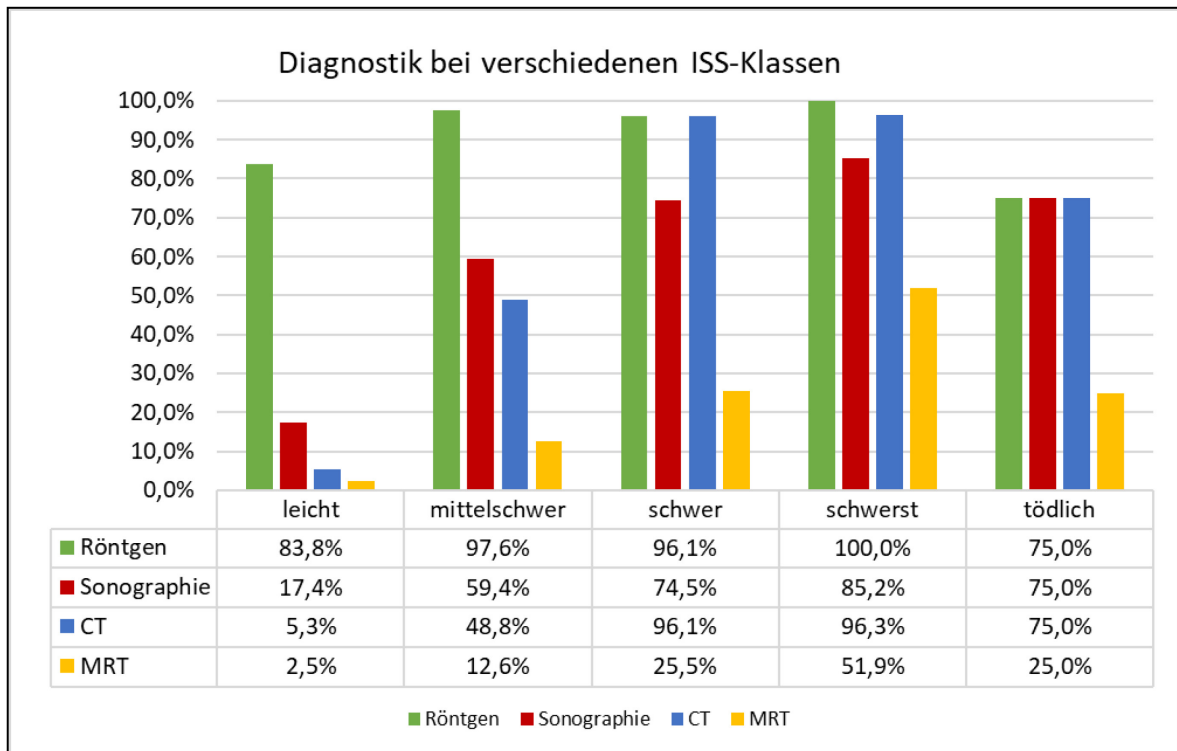


Abbildung 19: Diagnostik bei den verschiedenen ISS-Klassen

Es zeigt sich eine deutliche Zunahme aller bildgebenden Verfahren in den ersten vier ISS-Klassen. Einzig die fünfte ISS-Klasse mit den tödlich Verletzten weicht von dieser Zunahme ab. Diese Veränderungen werden besonders deutlich, wenn man als Beispiel die 1. ISS-Klasse (leicht) mit der 4. ISS-Klasse (schwerst) vergleicht. Die Sonographie wurde bei den schwerst Verletzten 4,9-mal wahrscheinlicher, CT-Untersuchungen wurden 18,1-mal öfter und MRT-Untersuchungen sogar 20,8-mal häufiger angewendet (Wahrscheinlichkeit für die jeweilige Diagnostik/ISS-Klasse: $p < 0,001$) (Abbildung 19).

Tabelle 21: Zusammenhang zwischen ISS-Klassen und Diagnostik

Chi-Quadrat Test: Diagnostik zu ISS-Klasse	p-Wert
Röntgen	<0,001 ^a
Sonographie	<0,001 ^a
Computertomographie	<0,001 ^a
Magnetresonanztomographie	<0,001 ^a

^a Signifikanzniveau unterschritten ($p < 0,05$)

3.4 Transportmittel bei Mopedunfällen

Tabelle 22: Häufigkeit eines Notarztmittels bei Mopedunfällen

ISS-Klasse	Einlieferung mit Notarzt (NAH oder NEF)	p-Wert
Klasse 1: leicht	3,6% (n=186 von 5153)	<0,001 ^a
Klasse 2: mittelschwer	52,7% (n=109 von 207)	<0,001 ^a
Klasse 3: schwer	68,6% (n=35 von 51)	<0,001 ^a
Klasse 4: schwerst	88,9% (n=24 von 27)	<0,001 ^a
Klasse 5: tödlich	100,0% (n=4 von 4)	<0,001 ^a

^a Signifikanzniveau unterschritten ($p < 0,05$)

In den Jahren von 2004 bis 2022 wurden insgesamt 358 Jugendliche nach einem Mopedunfall mit einem Notarztmittel eingeliefert (6,7%). Unter Berücksichtigung von Tabelle 22, stieg die Wahrscheinlichkeit für die Notwendigkeit eines Notarztmittels (NAH oder NEF) im Vergleich zur ISS-Klasse (Wahrscheinlichkeit NEF oder NAH/ISS-Klasse: $p < 0,001$). Nur 3,6% der leicht verletzten Jugendlichen wurden mit NEF oder NAH eingeliefert. Bei den mittelschwer Verletzten waren es schon 52,7% und bei den schwer Verletzten sogar 68,6%. Die 27 schwerst Verletzten wurden zu 88,9% mit einem Notarztmittel eingeliefert. Auch alle vier tödlich Verletzten wurden mit einem Notarztmittel eingeliefert. Um eine Korrelation zwischen ISS-Klasse und Häufigkeit eines Notarztmittels feststellen zu können, wurde eine Spearman-Korrelation angewendet. Diese ergab eine statistisch signifikante positive Korrelation (NEF: $R=0,273$; $p < 0,001$ / NAH: $R=0,438$; $p < 0,001$).

3.5 Intensivmedizin bei Mopedunfällen

Wie bei allen Traumata kann je nach Schwere der Verletzungen eine intensivmedizinische Betreuung nötig sein. Es stellt sich nun die Frage, wie viele der bei Mopedunfällen verletzten Jugendlichen auf der Intensivstation an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt werden mussten. In den Jahren von 2004 bis 2022 waren 132 der 5442 verletzten Mopedfahrer*innen auf eine intensivmedizinische Behandlung angewiesen, dies sind immerhin 2,4% aller Verunfallten.

3.5.1 Intensivaufenthalt nach ISS-Klasse

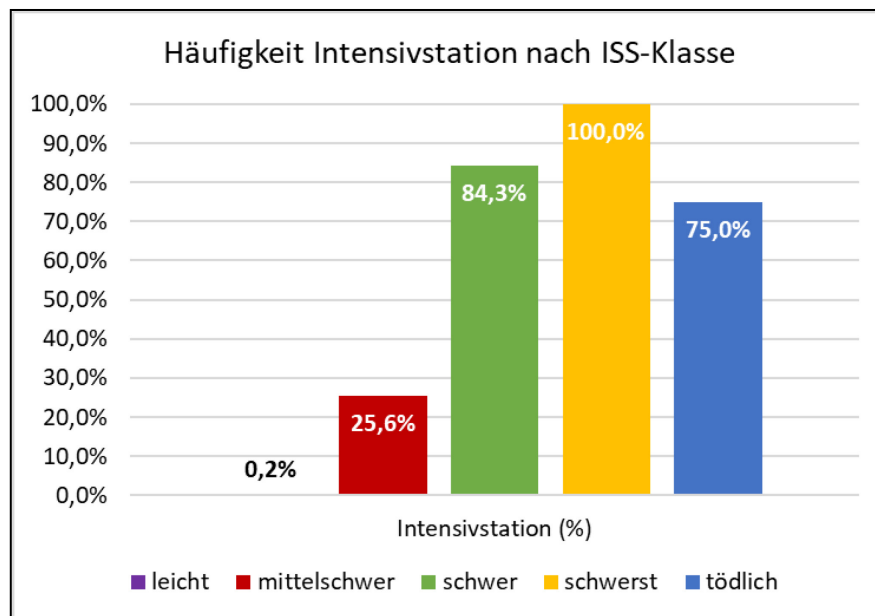


Abbildung 20: Häufigkeit des Intensivaufenthalts nach ISS-Klasse

Wie in Abbildung 20 deutlich wird, steigt die Wahrscheinlichkeit eines Intensivaufenthalts rapide an, je höher die ISS-Klasse ist (Gruppe 5/tödlich Verletzte abermals als Ausnahme). Bei leicht verletzten Jugendlichen mussten nur 0,2% der Jugendlichen auf der Intensivstation behandelt werden, bei den schwerst Verletzten waren es 100% (Wahrscheinlichkeit für Intensivtherapie/ISS-Klasse: $p < 0,001$). Damit kann bestätigt werden, dass die oben beschriebenen Ergebnisse statistisch signifikant sind und die Verletzungsschwere in direktem Zusammenhang mit einer intensivmedizinischen Therapie steht. Um diese Korrelation zu überprüfen, wurde eine Korrelationsanalyse nach Spearman durchgeführt, welche eine signifikant positive Korrelation ergab ($R=0,644$; $p < 0,001$).

3.5.2 Dauer des Intensivaufenthalts

Schließlich waren die auf der Intensivstation behandelten Jugendlichen, je nach Zustandsbild und nötiger Therapie, unterschiedlich lange unter intensivmedizinischer Betreuung. Die 132 Intensivpatient*innen wurden im Durchschnitt 7,3 Tage (Median=4,0; IQR=5 auf der Intensivstation behandelt.

3.5.3 Tage auf der Intensivstation nach ISS-Klasse

Tabelle 23: Tage auf Intensivstation nach ISS-Klasse

ISS-Klasse	Anzahl-Intensiv	Median	IQR
leicht (n=5153)	6 (0,2%)	2,0	3
mittel (n=207)	53 (25,6%)	3,0	2
schwer (n=51)	43 (84,3%)	4,0	3
schwerst (n=27)	27 (100,0%)	12,0	14
tödlich (n=4)	3 (75,0%)	3,0	0

Es zeigt sich eine deutliche Zunahme der Aufenthaltsdauer mit steigender ISS-Klasse. Die leicht verletzten Jugendlichen waren im Schnitt 2,3 (Median=2; IQR=3) Tage auf der Intensivstation. Bei der Gruppe der schwerst verletzten Jugendlichen waren es schon 15,7 (Median=12; IQR=14) Tage im Mittel (Dauer der Intensivtherapie/ISS-Klasse: $p < 0,001$). Die anschließende Korrelationsanalyse ergab eine signifikant positive Korrelation ($R=0,648$; $p = < 0,001$) zwischen ISS-Klasse und der nötigen Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation (siehe Tabelle 23).

3.5.4 Verletzungsmuster bei Intensivpatient*innen

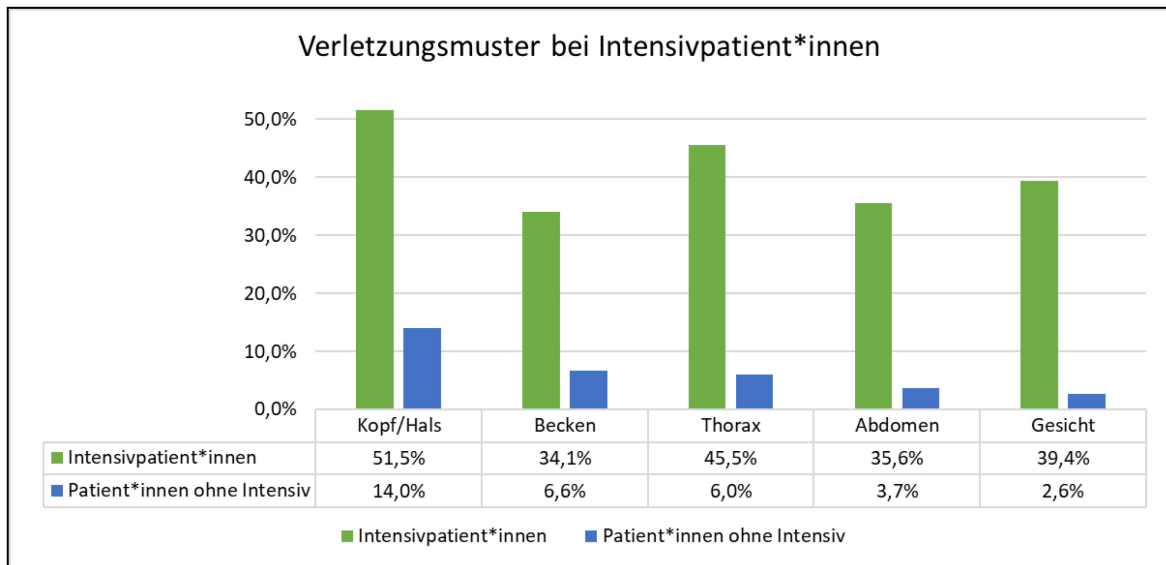


Abbildung 21: Verletzungsmuster bei Intensivpatient*innen

Intensivpatient*innen nach Mopedunfällen wurden in allen untersuchten Körperregionen schwerer verletzt als Nicht-Intensivpatient*innen. Kopfverletzungen waren beispielsweise 3,4-mal wahrscheinlicher, Beckenverletzungen sogar 4,7-mal häufiger. Noch häufiger waren Thoraxverletzungen (6,5-mal), sowie Abdomen- (7,7-mal) und Gesichtsverletzungen, welche bei intensivpflichtigen Jugendlichen 11,3-mal wahrscheinlicher waren (Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung der jeweiligen Körperregion/Intensivtherapie: $p < 0,001$, Abbildung 21).

Tabelle 24: Vergleich zwischen Intensivpatient*innen und nicht auf der Intensiv betreuten

Körperregion verletzt	Anteil bei Intensivpat. (%)	Anteil bei nicht Intensivpat. (%)	p-Wert
Extremitäten	97,7	94,9	<0,001 ^a
Kopf/Hals	51,5	14,0	<0,001 ^a
Becken	34,1	6,6	<0,001 ^a
Thorax	45,5	6,0	<0,001 ^a
Abdomen	35,6	3,7	<0,001 ^a
Gesicht	39,4	2,6	<0,001 ^a

3.5.5 Verletzungsschwere bei Intensivpatient*innen

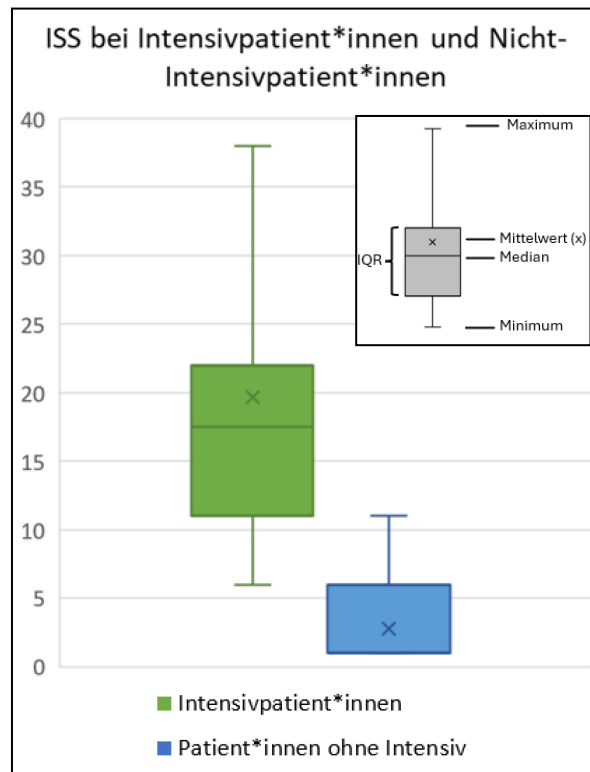


Abbildung 22: ISS bei Intensivpatient*innen und Nicht-Intensivpatient*innen

Der ISS bei Intensivpatient*innen beträgt im Durchschnitt 19,7 und ist um ein Vielfaches höher als der durchschnittliche ISS der Patient*innen welche nicht auf der Intensivstation behandelt wurden (Intensiv ISS: Median=17,5; IQR=11/Nicht-Intensiv ISS: Median=1,0; IQR=2 $p < 0,001$).

3.5.6 Beatmung von intensivpflichtigen Patient*innen

Von den 132 Intensivpatient*innen mussten 43 Jugendliche im Laufe der stationären Behandlung künstlich beatmet werden. Im Durchschnitt war die künstliche Ventilation für 4,0 Tage nötig (Beatmungsdauer: Median=2,0; IQR=2;).

3.5.7 Zusammenhang zwischen ISS und Beatmungsdauer

Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass bei Jugendlichen, welche eine Beatmung nach einem Mopedunfall benötigten, die Beatmungsdauer in direktem Zusammenhang mit dem individuellen ISS stand. Somit konnte eine direkte Korrelation zwischen den beiden Faktoren festgestellt werden ($R = 0,669$; $p < 0,001$).

3.6 Einfluss von Gesetzesänderungen auf den ISS

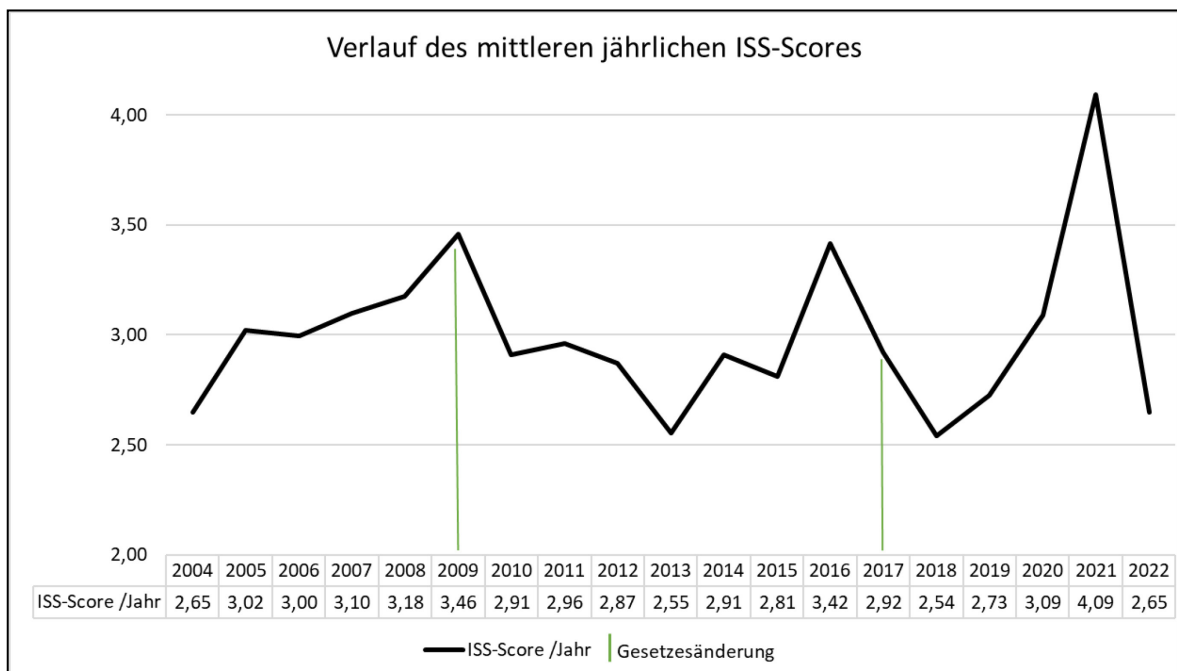


Abbildung 23: Entwicklung des ISS und Gesetzesänderungen

Nach der Abschaffung der Sonderregelung für den Mopedführerschein im Jahr 2005 kam es zu einem Anstieg des mittleren jährlichen ISS, bis im Jahr 2009 schließlich die Praxisausbildung im Straßenverkehr eingeführt wurde und die durchschnittliche Verletzungsschwere wieder sank. Nachdem das Mindestalter 2017 um 4 Monate erhöht wurde, kam es primär zu einer Abnahme des ISS, welche in den Jahren 2020 und 2021 von einem rapiden Anstieg gefolgt wurde. Im Anschluss kehrte der mittlere ISS im Jahr 2022 wieder auf einen der niedrigsten Werte im Studienzeitraum zurück (Abbildung 23).

3.6.1 Entwicklung des ISS in allen Altersgruppen

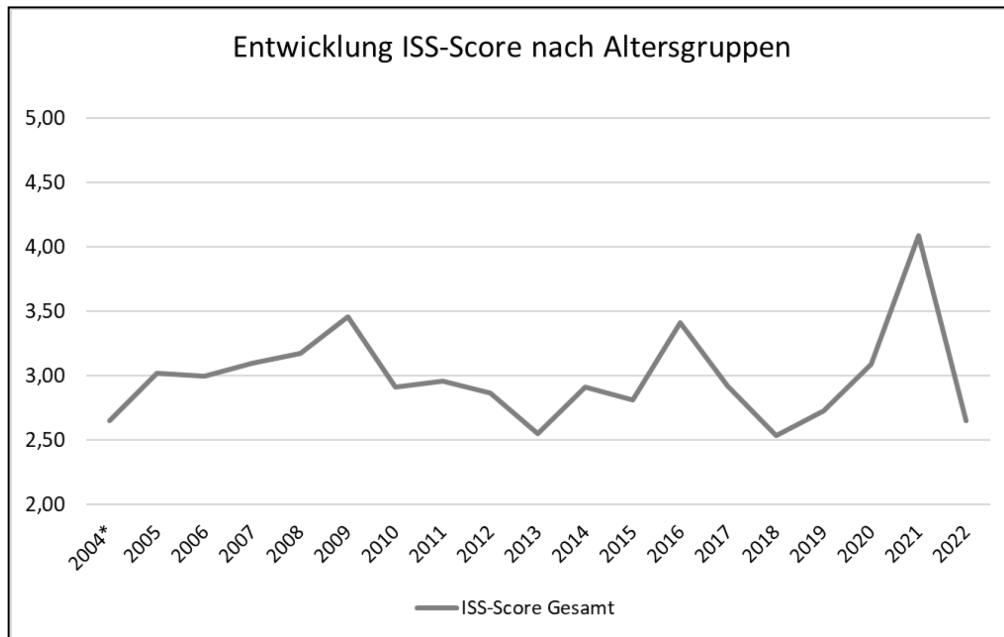


Abbildung 24: Entwicklung des ISS (alle Altersgruppen)

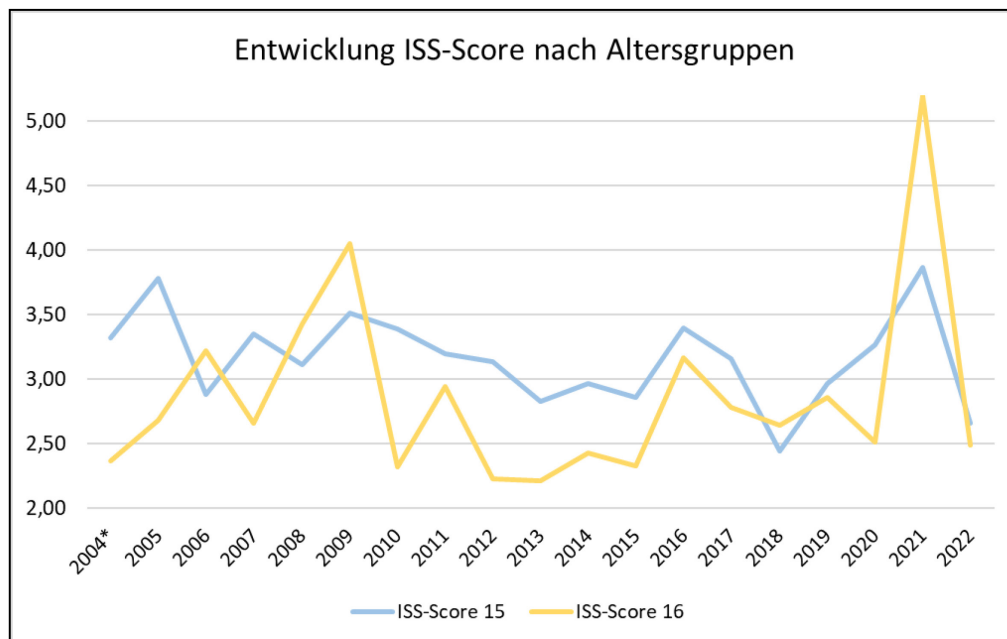


Abbildung 25: Entwicklung des der 15- und 16-Jährigen

In Abbildungen 24 und 25 ist dargestellt, wie sich der mittlere ISS im Gesamten und in den zwei größten Altersgruppen (15 und 16 Jahre) entwickelt hat. Dabei konnten einige Gemeinsamkeiten, wie beispielsweise ein starker Anstieg in den Jahren 2020 und 2021, festgestellt werden.

3.7 Einflüsse von Monat und Wochentag auf Mopedunfälle

3.7.1 Monat/Jahreszeit mit den meisten Mopedunfällen

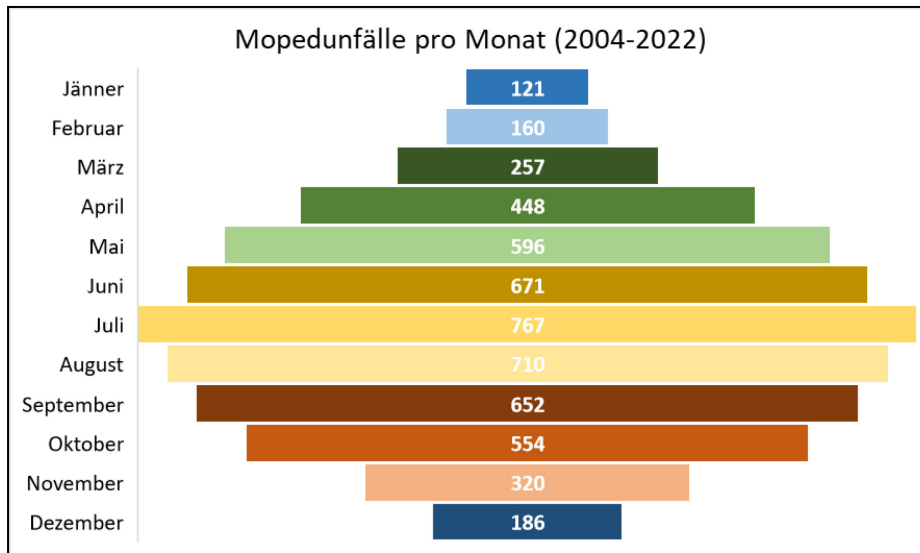


Abbildung 26: Mopedunfälle pro Monat

Die meisten Unfälle passierten in den Sommermonaten, angeführt vom Juli. Im Herbst kam es zu weniger Unfällen als im Frühling. Mit Abstand am wenigsten Unfälle geschahen in den drei Wintermonaten (Abbildung 26).

3.7.2 Wochentag mit den meisten Mopedunfällen

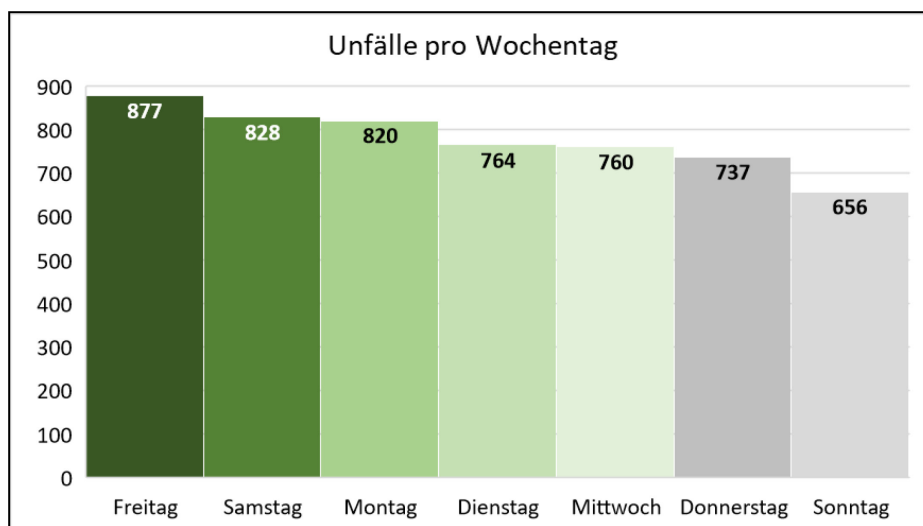


Abbildung 27: Mopedunfälle pro Wochentag

Zu den meisten Mopedunfällen kam es an Freitagen, gefolgt von Samstagen und Montagen. Der Wochentag mit den geringsten Risiko für einen Unfall war der Sonntag.

4 Diskussion

4.1 Antworten auf die Forschungsfragen

4.1.1 Forschungsfragen zur Unfallcharakteristik

1. Hat die Zahl der Patient*innen, welche aufgrund eines Mopedunfalls an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt wurden, im Laufe der Zeit zugenommen?

Gemäß der Erläuterungen unter Punkt 3.1.1 haben die Verletzten, welche aufgrund eines Mopedunfalls an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie behandelt wurden, in den Jahren von 2004 bis 2022 zugenommen (siehe Abbildung 2). Im Gegensatz dazu haben die Mopedunfälle auf nationaler Ebene im selben Zeitraum und in denselben Altersgruppen (13- bis 17-Jährige) abgenommen (siehe Abbildung 3) (1). Es gibt verschiedene Gründe, welche diese Diskrepanz zwischen den beiden Trendlinien erklären könnten. Die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie ist im Jahr 2018 als Traumazentrum für Kinder und Jugendliche zertifiziert worden; dadurch könnte die Behandlung von Jugendlichen nach Mopedunfällen weiter zentralisiert worden sein. Im Gegensatz dazu haben die gesamten Verkehrsunfälle in Österreich im Laufe der letzten 20 Jahre abgenommen (27). Eine Gemeinsamkeit bei beiden Kurven ist der Einbruch der Unfallzahlen im Jahr 2020, was sich durch die Abnahme der Verkehrsunfälle während der Covid-Pandemie erklären lassen könnte (28). Ebenso haben die Unfallzahlen in beiden Fällen im Jahr 2021 wieder zugenommen, was sich durch die schrittweise Auflockerung der Ausgangsbeschränkungen während der Covid-Pandemie erklären lassen könnte. Dies wiederum könnte dazu geführt haben, dass die Jugendlichen nach Lockerung der Beschränkungen wieder aktiv am Straßenverkehr teilgenommen haben (29). Bezüglich Limitationen ist zu beachten, dass sich unsere Daten auf die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie am LKH Graz beschränken. Jugendliche, welche in einem peripheren Krankenhaus in der Steiermark nach einem Mopedunfall versorgt wurden, konnten nicht in diese Auswertung miteinbezogen werden. Damit kann keine allgemeine Aussage getroffen werden, ob die Verletzungen durch Mopedunfälle in der Steiermark zu- oder abgenommen haben. Weiters sollte man beachten, dass der Verlauf in Abbildung 3 größeren Schwankungen unterworfen war als auf nationaler Ebene in Abbildung 2. Damit wurde die

Trendlinie, beispielsweise durch die geringen Unfallzahlen in den Jahren 2004 und 2005, stärker beeinflusst.

2. Wie verhalten sich diese Zahlen zu den nationalen Unfallzahlen?

In Übereinstimmung mit den Forschungsergebnissen zeigt der Trend auf nationaler Ebene eine deutlichere Abnahme der Mopedunfälle bei 13 bis 17-Jährigen (von ca. 4000 Patient*innen im Jahr 2004 auf ca. 3000 Patient*innen im Jahr 2021). Diese Entwicklung stimmt auch mit den Daten zu den gesamten Verkehrsunfällen überein. Diese haben österreichweit im selben Zeitraum in einem ähnlichen Maß, um circa ein Viertel abgenommen (von ca. 57000 Verletzten im Jahr 2004 auf ca. 41000 Verletzte im Jahr 2021) (1).

3. Welche Altersgruppe wurde am häufigsten verletzt?

Anhand von Abbildung 4 (3.1.2) wird deutlich, dass die mit Abstand am häufigsten verletzte Altersgruppe die der 15-Jährigen war. Über die Hälfte der verletzten Jugendlichen war zum Zeitpunkt des Unfalls 15 Jahre alt. Gefolgt wurde diese Gruppe von den 16-Jährigen, dann von der Gruppe der 17-Jährigen und schließlich von den 14- und 13-Jährigen. Es gibt verschiedene Gründe, welche erklären könnten, dass 15-Jährige am häufigsten verletzt worden sind. Einerseits wurden die meisten Mopeds in Österreich von 15-Jährigen genutzt, in den Jahren von 2007 bis 2016 waren 92% der Führerscheinwerber*innen 15 Jahre alt (8% waren in diesen Jahren 16 Jahre alt) (5). Andererseits wäre es möglich, dass die 15-Jährigen noch recht unerfahren waren, da sie den Mopedführerschein oft in diesem Lebensjahr gemacht haben könnten. Schließlich hat sich bereits gezeigt, dass die Fahrerfahrung einen sehr großen Einfluss auf das Unfallrisiko und damit auf die Verletzungswahrscheinlichkeit hat (30). Des Weiteren lassen sich jüngere Fahrer*innen leichter ablenken, fahren weniger vorausschauend und können Risiken schlechter abschätzen als ältere Jugendliche (14, 31). Als Limitation ist zu beachten, dass in unseren Erhebungen die genaue Unfallursache nicht erfasst werden konnte.

4. Wurden gleich viele männliche wie weibliche Jugendliche verletzt?

In Abschnitt 3.1.3 konnte bereits beschrieben werden, dass männliche Jugendliche häufiger verletzt wurden als weibliche (56,6%/43,3%). Dies stimmt mit den nationalen Zahlen zu den österreichweiten Verkehrsunfällen über die 10 Jahre des Studienzeitraums (2013-2022) überein (27). Dies lässt sich zum einen darauf zurückführen, dass mehr männliche Jugendliche in Österreich Mopeds nutzen als weibliche Jugendliche (5). Außerdem haben Männer ein völlig anderes Risikobewusstsein und Selbstbild im Straßenverkehr als Frauen, dies könnte einen Einfluss auf die gehäufte Anzahl an männlichen Verletzten bei Mopedunfällen in Graz gehabt haben (14, 32). Als nicht vernachlässigbare Limitation ist der Einfluss des Geschlechts auf die Behandlung von Patient*innen zu beachten. Schließlich hat sich gezeigt, dass weibliche Personen seltener ins Krankenhaus eingeliefert werden als männliche Personen mit denselben Verletzungen (33). Des Weiteren konnte bereits festgestellt werden, dass Frauen seltener in ein Traumazentrum eingeliefert werden als Männer, obwohl die Indikation in beiden Fällen gegeben wäre (33). Da sich diese Studie auf Erwachsene bezieht, kann nur gemutmaßt werden, dass dies auch für Jugendliche gelten könnte.

5. Wenn Unterschiede bestehen, wie haben sich diese über den Studienzeitraum verhalten?

In Bezug auf die bereits besprochenen Ergebnisse (3.1.4) lag die Geschlechterverteilung bei Mopedunfällen im Raum Graz über den gesamten Studienzeitraum hinweg auf Seiten der männlichen Jugendlichen. Dieser Trend war sowohl bei nationalen Unfallzahlen ersichtlich (27) als auch bei den Unfalldaten auf internationaler Ebene (34). Auch europaweit liegt die Geschlechterverteilung in den letzten beiden Jahrzehnten auf Seiten der Männer (34). Es wurden jährlich deutlich mehr Männer bei Verkehrsunfällen verletzt und getötet als Frauen. Gerade bei den Zweiradunfällen der letzten 10 Jahre war diese Geschlechterdiskrepanz besonders deutlich, von den europaweiten tödlichen Verkehrsunfällen waren es bei Männern 22% Zweiradunfälle, bei Frauen lag dieser Anteil bei 6% (34). Ein weiterer maßgeblicher Faktor war, dass in Österreich circa 60% aller Mopedführerscheine von männlichen Jugendlichen erworben wurden (2007-2016). Dies könnte ebenfalls dazu beigetragen haben, dass anteilmäßig und auch absolut über alle Jahre hinweg mehr männliche Jugendliche verletzt wurden (5).

6. Bei wie vielen Mopedunfällen war ein anderes Fahrzeug beteiligt?

Ein wichtiger Faktor in der Analyse von Unfällen mit zweirädrigen Kraftfahrzeugen ist die Beteiligung von anderen Fahrzeugen. Deshalb wurde in der Datenerhebung speziell darauf Wert gelegt. Aufgrund des retrospektiven Charakters der Erhebungen wurde ausschließlich erfasst, ob ein anderes Fahrzeug beim Unfall beteiligt war und nicht die Fahrzeugart. Wie aus Abbildung 6 unter 3.1.5 hervorgeht, waren bei den Mopedunfällen in unserem Studienzeitraum bei 26,7% der Unfälle zumindest ein anderes Fahrzeug am Unfall beteiligt. Im Rahmen einer vorangegangenen Studie wurden 54 Mopedfahrer*innen in Graz zu ihren Unfällen befragt. Dabei wurde deutlich, dass bei 41% der Unfälle ein anderes Fahrzeug beteiligt war (5). Als wichtigste Limitation kommt bei dieser Forschungsfrage Dokumentations-Bias in Frage. Während der Auswertung der ärztlichen Entlassungsbriefe und Ambulanzbefunde zeigte sich, dass oft nur sehr wenig über die Art des Unfalls und eventuelle Unfallbeteiligte dokumentiert ist. Besonders bei Unfällen mit leicht Verletzten wurden oft nur wenige Details zum Unfallmechanismus dokumentiert. Aufgrund dieser Einflussfaktoren ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass bei mehr Mopedunfällen ein anderes Fahrzeug beteiligt war.

7. Wie oft wurden Patient*innen aufgrund eines Mopedunfalls zugewiesen und wie hat sich dies über die Jahre entwickelt?

Von allen behandelten Personen nach Mopedunfällen wurde circa eine von sechs von einem anderen Krankenhaus zugewiesen (siehe 3.1.6 und 3.1.7). Dazu gehörten Patient*innen, welche bereits in einem anderen Krankenhaus vorbehandelt wurden und zur erweiterten Versorgung an ein Traumazentrum für Kinder und Jugendliche überstellt werden mussten, ebenso enthielt diese Gruppe Patient*innen, welche aufgrund des Alters vom jeweiligen peripheren Krankenhaus direkt an die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie überwiesen wurden. Dies veranschaulicht das große Einzugsgebiet des LKH Graz und der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie. In Abbildung 7 wurde dargestellt, dass insgesamt 16,7% (n=911) der verletzten Jugendlichen von einem anderen Krankenhaus zugewiesen wurden. Oft waren dies schwere Verletzungen, welche eine erweiterte Therapie in einem Traumazentrum für Kinder und Jugendliche benötigten. In solchen Fällen wurden die Patient*innen meist in der Notfallsambulanz eines peripheren Krankenhauses behandelt, wo erste notwendige therapeutische und diagnostische Schritte gesetzt wurden. Im Anschluss wurden sie nach erfolgter primärer Stabilisierung zur

Weiterbehandlung an die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie überwiesen. Verschiedene Spitäler haben Jugendliche nach Mopedunfällen ans LKH Graz überwiesen: LKH Gaz II, LKH Weststeiermark, LKH Südsteiermark, LKH Feldbach und Fürstenfeld, LKH Weiz, LKH Hartberg, LKH Murtal, LKH Rottenmann, LKH Hochsteiermark und diverse Ordensspitäler in Graz (35). In einigen wenigen Fällen wurden Patient*innen aus anderen Bundesländern, wie etwa dem nahegelegenen Kärnten, an die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie überstellt. Wie Abbildung 8 unter 3.1.7 verdeutlicht, kam es im Laufe der Jahre von 2004 bis 2022 zu einer stetigen Zunahme der jährlichen Zuweisungen. Ergänzend zu den zuvor erörterten Punkten kam es über unseren Studienzeitraum zu einer Verdoppelung der zugewiesenen Patient*innen. Dies könnte einerseits daran liegen, dass die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie in diesem Zeitraum zum Traumazentrum für Kinder und Jugendliche ernannt wurde und sich damit die politische Versorgungsstrategie weiter zentralisiert haben könnte. Andererseits hat sich gezeigt, dass die chirurgischen Eingriffe in den letzten 20 Jahren österreichweit massiv zugenommen haben (36). Dies könnte dazu geführt haben, dass mehr Jugendliche nach Mopedunfällen an die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie überwiesen wurden.

4.1.2 Forschungsfragen zu Verletzungsmuster und -schwere

1. Wie schwer wurden die Jugendlichen über den gesamten Zeitraum verletzt und welcher ISS-Klasse bzw. welchem Schweregrad waren sie zuzuordnen?

Unter 3.2.1 wurde bereits beschrieben, dass der durchschnittliche ISS bei Mopedunfällen bei 3,00 lag und leichte Verletzungen (94,7%) am häufigsten waren. Bei vorherigen Studien in Graz mit kleineren Patient*innenkollektiven wurden nur 65,5% als leicht verletzt klassifiziert (5). Eine Studie zu Mopedunfällen in Finnland mit einer Studienpopulation von 109 Mopedfahrer*innen hat einen Anteil von 96% an leicht bis mittelschwer verletzten Patient*innen ergeben (19). Immerhin war bei allen Studien zu Mopedunfällen der Anteil der leicht Verletzten der größte Anteil. Verschiedenste Studien ergaben jedoch stark abweichende Prozentzahlen zu den Anteilen der jeweiligen Verletzungsklassen. Zum einen könnte sich dies durch die sehr variablen Patient*innenpopulationen erklären lassen. Außerdem wurde bei den meisten Studien kein Unterschied zwischen jugendlichen und erwachsenen Mopedfahrer*innen gemacht. Des Weiteren wurden keine einheitlichen Klassifizierungssysteme verwendet (AIS, ISS, MISS, etc.), weshalb nur eine limitierte Vergleichbarkeit gegeben ist. Zuletzt sollte man noch

bedenken, dass keine der untersuchten Studien einen dermaßen langen Beobachtungszeitraum hatte.

2. Gibt es Unterschiede in der Verletzungsschwere zwischen den verschiedenen Altersgruppen?

Beim Altersgruppenvergleich in Hinblick auf die Verletzungsschwere (3.2.2) wurde deutlich, dass die 15-Jährigen schwerer verletzt wurden als die 16- und 17-Jährigen. Es hat sich gezeigt, dass die Fahrerfahrung direkten Einfluss auf die Unfallwahrscheinlichkeit und die Verletzungsschwere hatte: Je länger Jugendliche ein Fahrzeug gesteuert hatten, desto weniger leichtfertig wurde eine riskante Fahrweise gewählt (37). Da die meisten Führerscheinwerber*innen beim Moped 15 Jahre alt waren, kann man davon ausgehen, dass die 16- und vor allem 17-Jährigen bereits eine gewisse Fahrerfahrung sammeln konnten (5). Es hat sich außerdem gezeigt, dass die maximale Reaktionsleistung des menschlichen Nervensystems erst mit 25 Jahren erreicht wird und von Geburt an stetig zunimmt (38). Diese Gegebenheiten sprechen dafür, dass Jugendliche mit längerer Fahrerfahrung ein geringeres Risiko für schwere Unfälle und damit schwere Verletzungen haben könnten. Als Limitation ist zu beachten, dass keine Daten darüber gesammelt wurden, wie lange das Moped bereits von den Jugendlichen gelenkt wurde. Schließlich gibt es, wenn auch selten, 16-jährige Mopedführerscheinwerber*innen und damit auch unerfahrene 16-Jährige.

3. Unterscheiden sich der ISS und damit die Verletzungsschwere zwischen männlichen und weiblichen Jugendlichen?

Wie in Abschnitt 3.2.3 und Abbildung 9 ersichtlich, wurden männliche Jugendliche um 33,6% schwerer verletzt als weibliche Jugendliche. Der signifikant höhere ISS bei Männern könnte sich durch verschiedene Umstände erklären lassen. Es hat sich gezeigt, dass Männer ein anderes Risikoverhalten im Straßenverkehr haben als Frauen (32). Hinzu kommt, dass Männer bei traumatischen Verletzungen generell schwerer verletzt werden als Frauen und auch häufiger an diesen versterben (39). Wenn man dies mit der nationalen Unfallstatistik vergleicht, zeigen sich auch hier einige Gemeinsamkeiten. Im Jahr 2022 waren in Österreich 57% der Verletzten männlich, wovon 19% schwer verletzt oder getötet wurden. Bei Frauen wurden hingegen nur 15% schwer verletzt oder getötet. Insgesamt wurden im Jahr 2022 257 Männer (72%) und 103 Frauen (28%) bei Verkehrsunfällen

tödlich verletzt (40). Damit scheint das weibliche Geschlecht ein protektiver Faktor bei traumatischen Verletzungen durch Verkehrsunfälle zu sein (41). Als Limitation dieser Hypothesen sollte berücksichtigt werden, dass prozentuell mehr männliche Jugendliche verletzt wurden. Daraus folgend ergibt sich bei den weiblichen Jugendlichen eine geringere Datenmenge und damit stehen auch weniger Informationen zur Verletzungsschwere zur Verfügung.

4. Welche Körperregion wurde wie oft verletzt, sprich: Wie sah das durchschnittliche Verletzungsmuster aus?

Bei jedem Verkehrsunfall und anderen traumatischen Verletzungen gibt es Unterschiede bezüglich der Art und Häufigkeit der jeweiligen verletzten Körperregion. Deshalb war es auch für unsere Arbeit von großer Bedeutung, das spezifische Verletzungsmuster von Mopedunfällen festzustellen. Unter Punkt 5.7.4 wurde ersichtlich, dass die mit Abstand am häufigsten verletzte Körperregion die Extremitäten waren (95%). An zweiter Stelle lagen Kopfverletzungen mit 15% der Verletzten, gefolgt von Thorax-, Becken-, Abdomen-, und Gesichtsverletzungen. Bei einer Studie mit 177 verletzten Jugendlichen nach Mopedunfällen in Graz hat sich ein ähnliches Bild gezeigt. In diesem Fall hatten 76% Extremitätenverletzungen und 14% Kopfverletzungen (5). Auch auf internationaler Ebene zeigt sich bei Unfällen mit Motorrädern, Mopeds und Fahrrädern ein ähnliches Verletzungsmuster (Extremitäten: 62,2%/72%) (2,19). In unserer Arbeit war der Anteil an Extremitätenverletzungen mit 95% um einiges höher als in vielen anderen Studien. Dies könnte daran liegen, dass wir bei jedem/jeder Patient*in alle Verletzungen gezählt haben, sprich eine Person konnte auch mehrere Verletzungen gleichzeitig haben. In anderen Studien wurde nur die primär verletzte Körperregion bzw. nur die am schwersten verletzte Körperregion erfasst (6, 19).

5. Varierte das Verletzungsmuster zwischen den Altersgruppen?

Entsprechend der Informationen unter 3.2.5 gibt es zwischen den fünf verschiedenen Altersgruppen keine großen Abweichungen im Verletzungsmuster. Trotzdem gibt es laut Fisher-Exakt Test einige signifikante Unterschiede. Es konnte bereits aufgezeigt werden, dass 13-Jährige häufiger Extremitätenverletzungen erlitten haben als die anderen Altersgruppen. Die zweite signifikante Abweichung waren die weniger häufigen Gesichtsverletzungen bei der Gruppe der 15-Jährigen. Die Abweichung im

Verletzungsmuster bei den 13-Jährigen lässt nur wenige Interpretationsmöglichkeiten zu, da es sich mit 79 Patient*innen um die kleinste Gruppe handelte.

6. Wie stellt sich das Verletzungsmuster bei den verschiedenen ISS-Klassen dar?

In Anknüpfung an Abschnitt 3.2.6 gibt es deutliche signifikante Abweichungen im Verletzungsmuster zwischen den verschiedenen ISS-Klassen. Diese Unterschiede in der Verletzungswahrscheinlichkeit zwischen den Altersgruppen sind in allen Körperregionen außer den Extremitäten signifikant. Wie zu erwarten, nimmt die Verletzungshäufigkeit von leicht nach schwerst verletzt in allen Körperregionen zu. Die Gruppe der tödlich Verletzten sollte explizit betrachtet werden, da es sich dabei um eine Gruppe mit vier Patient*innen handelte. Aufgrund dessen sollten die Daten zum Verletzungsmuster in dieser Gruppe nur mit Vorbehalt interpretiert werden. Weiters sollte noch besprochen werden, warum es keine signifikanten Abweichungen bei den Extremitätenverletzungen gibt. Schließlich hatte bereits bei den leicht Verletzten ein Großteil der Verletzten mindestens eine Verletzung an den Extremitäten erlitten, dadurch konnte man keinen Anstieg mit steigender ISS-Klasse erwarten. Die Zunahme der Verletzungshäufigkeit mit steigender ISS-Klasse konnte außerdem aufgrund des Grundprinzips des ISS erwartet werden, schließlich wird der ISS mithilfe der Anzahl und Schwere der Verletzungen ermittelt (25).

7. Gibt es Abweichungen im Verletzungsmuster, wenn ein anderes Fahrzeug am Mopedunfall beteiligt war?

In Zusammenhang mit den vorherigen Beobachtungen ist die Beteiligung von anderen Verkehrsteilnehmer*innen bei Unfällen mit motorisierten Zweirädern von großer Relevanz für das Outcome. Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse kann davon ausgegangen werden, dass die Jugendlichen bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung nicht nur häufiger, sondern auch schwerer verletzt wurden als bei Unfällen ohne Fremdbeteiligung. Anhand von Abbildung 12 unter 3.2.7 wurde schnell klar, dass Patient*innen mit Fremdbeteiligung in allen Körperregionen außer den Extremitäten signifikant öfters verletzt wurden. Es hat sich bereits gezeigt, dass Motorradfahrer*innen bei Unfällen mit Fremdbeteiligung häufiger Kopf-, Becken-, Gesichts- und Abdomen-Verletzungen erlitten hatten als bei Unfällen ohne Fremdbeteiligung (42). Außerdem waren in anderen Studien Kollisionen mit anderen Fahrzeugen und die daraus resultierenden Kopfverletzungen die häufigste Todesursache bei Motorradunfällen (20). Die Häufung der Beckenverletzungen bei Kollisionen mit

Fahrzeugen oder stehenden Objekten konnte bereits in der Vergangenheit festgestellt werden. Dies ließ sich darauf zurückführen, dass der/die Motorradfahrer*in während der Kollision nach vorne in Richtung des dort verbauten Tanks rutscht. Dabei kommt es zu verschiedensten Verletzungen des Beckens, welche auch während der Auswertung in dieser Arbeit gehäuft bei Kollisionen aufgefunden wurden (43). Bei den Extremitätenverletzungen gab es abermals keine signifikanten Abweichungen, was sich wiederum darauf zurückführen lassen könnte, dass bereits bei den Unfällen ohne Fremdbeteiligung 94,8% der Patient*innen eine Extremitäten-Verletzung erlitten hatten.

8. Ist der ISS bei Mopedunfällen mit Fremdbeteiligung höher?

Aufgrund der bereits beschriebenen Einflussfaktoren konnte nicht nur ein höhere Verletzungswahrscheinlichkeit, sondern auch ein höherer ISS bei Unfällen mit anderen Fahrzeugen erwartet werden. In Abschnitt 3.2.8 hat sich bereits gezeigt, dass der ISS bei Unfällen mit Fremdbeteiligung um circa 30% höher war. Dies könnte auf die bereits erläuterten Faktoren zurückgeführt werden (20, 42, 43).

9. Ist der ISS bei stationären Patient*innen höher als bei ambulanten Patient*innen?

Im Arbeitsalltag der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie wurden verschiedenste Verletzungen nach Mopedunfällen in den Notfallsambulanzen behandelt. Waren diese Verletzungen zu schwer und nicht ambulant behandelbar, mussten die Patient*innen stationär aufgenommen werden. Allein aufgrund dieser Tatsache kann man davon ausgehen, dass stationäre Patient*innen einen höheren ISS hatten. In Abbildung 14 unter 3.2.9 wurde schnell klar, dass der ISS bei stationären Patient*innen signifikant höher war als bei ambulanten Patient*innen nach Mopedunfällen.

10. Hatte man bei Unfällen mit Fremdbeteiligung eine höhere Wahrscheinlichkeit, intensivtherapeutische Maßnahmen zu benötigen?

In Anlehnung an die vorherigen Ausführungen hat sich bereits gezeigt, dass Jugendliche bei Unfällen mit Fremdbeteiligung schwerer verletzt wurden als bei Mopedunfällen ohne Fremdbeteiligung. Weiters wurden auch alle Körperregionen, ausgenommen die Extremitäten, häufiger verletzt. Deshalb bot es sich an herauszufinden, ob Patient*innen nach Mopedunfällen, bei denen ein anderes Fahrzeug beteiligt war, eine größere Wahrscheinlichkeit für die Notwendigkeit einer intensivmedizinischen Betreuung hatten.

In Verweis auf Abschnitt 3.2.10 war die Wahrscheinlichkeit für die Abhängigkeit von einer intensivmedizinischen Betreuung bei Unfällen mit Fremdbeteiligung circa viermal so hoch wie bei Unfällen ohne Fremdbeteiligung. Dies war aufgrund der bereits gewonnenen Ergebnisse zu Unfällen mit anderen Fahrzeugen zu erwarten (20, 42, 43).

11. Wie sieht das Verletzungsmuster in Abhängigkeit von der primär verletzten Körperregion aus (z.B. welches Verletzungsmuster bei Kopfverletzungen)?

In der Einleitung wurde bereits beschrieben, dass verschiedene Unfallmechanismen unterschiedliche Verletzungsmuster hervorrufen können. Aus diesem Grund wurde in unserer Arbeit versucht herauszufinden, welches Verletzungsmuster Patient*innen mit Kopf-, Abdomen-, Thoraxverletzungen etc. haben. Anhand von Tabellen 14 bis 18 unter 3.2.11 konnte man feststellen, dass es große Unterschiede im Verletzungsmuster in Abhängigkeit von der primär verletzten Körperregion gab. Den höchsten Anteil an Kopf-/Halsverletzungen erlitten Patient*innen mit Thoraxverletzungen, 28,4% aller Mopedfahrer*innen mit Thoraxverletzungen erlitten eine Kopfverletzung (gesamt: 15%). In der Gruppe der Patient*innen mit Abdomen-Verletzungen gibt es wiederum die meisten Thoraxverletzungen (25,4%/Gesamt: 7%) und den höchsten Anteil an Beckenverletzungen (22,1%/Gesamt: 7,2%). Gesichtsverletzungen waren mit einem Anteil von 17,3% bei Kopfverletzungen circa fünfmal wahrscheinlicher als beim Gesamtkollektiv (3,5%). Die meisten abdominellen Verletzungen gibt es in der Gruppe der Thoraxverletzungen (16,3%/Gesamt: 4,5%). Wie festgestellt werden konnte, stehen Thorax- und Abdomenverletzungen in einem engen signifikanten Zusammenhang. Dies könnte sich zum einen durch die anatomische Nähe der beiden Körperregionen erklären lassen. Weiters hat sich bereits in der Vergangenheit gezeigt, dass eben diese beiden Körperregionen bei Verletzungen nach Motorradunfällen in einem engen Zusammenhang stehen. Wenn es thorakale Verletzungen gibt, sollte man ebenso mit abdominellen Verletzungen rechnen, und umgekehrt (44). Die deutliche Häufung an Gesichtsverletzungen bei Patient*innen mit Kopfverletzungen könnte sich schlichtweg dadurch erklären, dass im klinischen Alltag nur schwer zwischen Gesichts- und Kopfverletzungen differenziert werden kann. Es hat sich gezeigt, dass ein Helm mit Gesichtsvision die Häufigkeit von Gesichtsverletzungen verringern kann (45). In dieser Arbeit wurde der Helmtyp jedoch nicht erfasst, weshalb keine weiteren Aussagen getroffen werden konnten. Auch die Häufung der Beckenverletzungen in der Gruppe der abdominellen Verletzungen war aufgrund

vorheriger Erkenntnisse als wahrscheinlich anzunehmen. Schließlich hat sich bereits gezeigt, dass Unfallmechanismen, welche zu Beckenverletzungen führen, auch abdominelle Verletzungen begünstigen (20). Auf eine statistische Darstellung und Testung der Gruppe der Extremitätenverletzungen wurde verzichtet, da diese Gruppe der Gesamtpopulation beinahe gleich ist und daher keine sinnvolle Aussage getroffen werden kann.

12. Welches Verletzungsmuster hatten zugewiesene Jugendliche im Vergleich zum Gesamtkollektiv?

Im nächsten Abschnitt (3.2.12) sollte festgestellt werden, ob es einen Unterschied im Verletzungsmuster zwischen zugewiesenen und nicht zugewiesenen Patient*innen gibt. Dafür wurden erneut alle Jugendliche, welche aufgrund eines Mopedunfalls an die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie überwiesen wurden, als „zugewiesene“ Patient*innen betrachtet. Wie man Tabelle 19 entnehmen kann, gibt es zwei signifikante Unterschiede zwischen zugewiesenen und nicht zugewiesenen Patient*innen. Zum einen waren Extremitätenverletzungen bei zugewiesenen Personen weniger häufig (92,8%) als bei den direkt auf der Universitätsklinik aufgenommenen Patient*innen (95,5%). Dies könnte vor allem daran liegen, dass Extremitätenverletzungen wie etwa Frakturen und Prellungen auch in peripheren Häusern versorgt werden konnten und deshalb nicht zugewiesen werden mussten. In der Vergangenheit hat sich bereits gezeigt, dass Frakturen bei Jugendlichen besser heilen als bei Erwachsenen (46). Diese Heilung wird durch die richtige Therapie und Nachsorge begünstigt und kann bei unkomplizierten Frakturen ohne weiteres in einem peripherem Krankenhaus durchgeführt werden. Als weitere signifikante Abweichung konnten Beckenverletzungen identifiziert werden, welche bei Zugewiesenen (4,5%) seltener waren als bei nicht Zugewiesenen (7,8%). Dies könnte sich dadurch erklären, dass Jugendliche mit Beckenverletzungen nach Mopedunfällen oft schwerer verletzt waren und deshalb direkt in die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie eingeliefert wurden. Schließlich hat sich bereits gezeigt, dass Jugendliche mit Beckenverletzungen im allgemeinen oft einen höheren ISS haben und deshalb eine Behandlung in einem Traumazentrum für Kinder und Jugendliche mit einem multidisziplinären Team bekommen sollten (47).

13. Unterscheidet sich der ISS in Abhängigkeit von der Zuweisungsart?

Des Weiteren wurde versucht herauszufinden, ob es eine Abweichung in der Verletzungsschwere bei zugewiesenen Patient*innen gibt. Wie in Abbildung 16 unter 3.2.13 bereits festgehalten, hatten zugewiesene Jugendliche einen deutlich höheren ISS als nicht zugewiesene Mopedfahrer*innen. Dies könnte an der Tatsache liegen, dass eine zunehmende Verletzungsschwere eine Versorgung in einem Traumazentrum für Kinder und Jugendliche notwendig machen kann. Es konnte bereits bewiesen werden, dass es keinen großen Unterschied macht, ob Jugendliche in einem speziellen Traumazentrum für Kinder und Jugendliche oder einem allgemeinen Traumazentrum behandelt werden. Wichtig ist schlichtweg, dass Jugendliche bei schweren Verletzungen und hohem ISS in einem Traumazentrum behandelt werden. Dies kann das Outcome der verletzten Jugendlichen massiv verbessern (48).

14. Gibt es andere Verletzungsmuster bei den beiden Geschlechtern?

Nachdem bereits der höhere ISS bei männlichen Jugendlichen besprochen wurde, sollte eruiert werden, welchen Einfluss das Geschlecht auf das Verletzungsmuster hat. Die Unterschiede sind in Abbildung 17 (3.2.14) dargestellt und es konnten einige Diskrepanzen zwischen männlichen und weiblichen Jugendlichen festgestellt werden. Männliche Jugendliche hatten häufiger Extremitäten-, Thorax-, und Gesichtsverletzungen als Mädchen. Im Gegensatz dazu hatten weibliche Jugendliche öfters Kopfverletzungen erlitten. Dabei sollte erwähnt werden, dass die Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern nur gering ausfielen und maximal 3,6 Prozentpunkte betragen. Aufgrund dessen ist in diesem Fall nur eine limitierte Interpretation der Daten möglich. Die Häufung der Verletzungen bei männlichen Jugendlichen in den meisten Körperregionen könnte sich durch den bereits beschriebenen höheren ISS erklären lassen. Weiters konnte bereits festgestellt werden, dass Männer ein höheres Risiko für Verletzungen haben als Frauen (39). Die häufigeren Kopfverletzungen ließen sich bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht erklären, dies müsste in weiteren Studien evaluiert werden.

4.1.3 Forschungsfragen zur Diagnostik

1. Welche bildgebende Diagnostik wurde am häufigsten verwendet?

Aufgrund der bereits beschriebenen verschiedenen Verletzungsmuster ist bei Patient*innen nach Mopedunfällen eine individuell abgestimmte Diagnostik nötig. Gerade bei traumatischen Verletzungen ist die Bildgebung, in welcher Form auch immer, von großer Bedeutung. Jugendliche, welche an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie aufgrund eines Mopedunfalls behandelt wurden, erhielten häufig bereits in der Notfallaufnahme die erste Bildgebung, welche oft im stationären Umfeld von weiteren bildgebenden Untersuchungen gefolgt wurde. Wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben, war das mit Abstand am häufigsten angewendete bildgebende Verfahren das Röntgen, gefolgt von der Sonographie, der Computertomographie und der Magnetresonanztomographie. Die Häufung der Röntgenuntersuchungen könnte mit der großen Anzahl an Extremitätenverletzungen und Frakturen zusammenhängen. Im Jahr 2015 waren österreichweit 86% aller Untersuchungen mit ionisierender Strahlung konventionelle Röntgenuntersuchungen. Nur 11,3% dieser Untersuchungen waren in diesem Jahr CT-Untersuchungen, trotzdem waren diese CT für 75% der Strahlendosis in diesem Jahr verantwortlich (1). Das konventionelle Röntgen ist weiterhin das wichtigste Verfahren in der Diagnostik von Extremitätenverletzungen und Frakturen. Obwohl die Sensitivität und Spezifität des CT dem Röntgen überlegen ist, sollte aufgrund von Kosten- und Kapazitätsgründen sowie der viel höheren Strahlendosis beim CT weiterhin auf das Röntgen als primäre Fraktur-Diagnostik zurückgegriffen werden (49, 50). Das zweithäufigste bildgebende Verfahren war die Sonographie, welche in den letzten beiden Jahrzehnten stark weiterentwickelt und immer häufiger angewendet wurde. Die Sonographie stellt eine strahlenfreies und nicht-invasives bildgebendes Verfahren dar. Obwohl gewisse Erfahrung und Expertise nötig sind, können mittels Ultraschall eventuell lebensbedrohliche Verletzungen ausgeschlossen werden (z.B. Pneumothorax, Herzbeuteltamponade etc.). Dies kann bereits präklinisch oder schließlich in der Notfallaufnahme zeitsparend angewendet und auch im stationären Setting für Verlaufskontrollen verwendet werden. Ähnlich zu nationalen und internationalen Daten stiegen die Anwendungen von sonographischen Untersuchungen an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie in den letzten 20 Jahren massiv an (51–53). Trotz allem waren nach einigen komplizierteren Verletzungen CT- und MRT-Untersuchungen nötig. Auch die Anwendung dieser beiden Verfahren hat in den letzten beiden Jahrzehnten stark

zugenommen. Gerade schwere Verletzungen bei stationären und intensivpflichtigen Patient*innen nach Mopedunfällen erhielten oft ein MRT oder CT. Es hat sich bereits gezeigt, dass die Computertomographie oft zu leichtfertig angewendet wird und eine genaue Indikationsstellung angewendet werden sollte (54, 55). Aufgrund dessen wird an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie auf eine strenge und sorgsame Indikationsstellung geachtet.

2. Gab es Unterschiede in der verwendeten Diagnostik bei den verschiedenen ISS-Klassen?

In Abschnitt 3.3.2 wurde deutlich, dass es signifikante Unterschiede in der Häufigkeit der angewendeten Diagnostik zwischen den verschiedenen ISS-Klassen gab. Wie zu erwarten war, stieg die Häufigkeit der Diagnostik mit zunehmender Verletzungsschwere, davon ausgenommen war die Klasse der tödlich Verletzten. Schließlich sind nur vier Jugendliche an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie nach Mopedunfällen in den Jahren von 2004 bis 2022 verstorben. Eine/r dieser vier Patient*innen verstarb bereits kurz nach der Einlieferung, was die 75-prozentige Häufigkeit bei drei von vier bildgebenden Verfahren erklärt. Tatsächlich dürfte der Anteil an durchgeführter Diagnostik bei den tödlich verletzten Jugendlichen nach Mopedunfällen noch geringer sein, da diese oft schon vor Ort ihren Verletzungen erlegen sind. Eine genaue Anzahl dieser präklinisch Verstorbenen im Einzugsgebiet der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie ließ sich nicht ermitteln. Die restliche Zunahme der angewendeten Diagnostik in den anderen ISS-Klassen könnte sich allein durch die Eigenschaften des ISS an sich erklären lassen. Je mehr Verletzungen die Jugendlichen erlitten hatten, desto höher war der ISS und damit die ISS-Klasse (25). Schließlich kann davon ausgegangen werden, dass mehr Verletzungen auch zu einer Zunahme der nötigen Diagnostik führen dürften. Wenn man explizit die Gruppe der schwerst Verletzten betrachtet, sticht die MRT mit 51,9% Häufigkeit hervor. Das Verfahren wurde viel weniger häufig angewendet als die anderen drei bildgebenden Verfahren, was darauf zurückgeführt werden könnte, dass mit der Magnetresonanztomographie oft nur sehr spezielle Verletzungen diagnostiziert werden. Auch im Falle der MRT-Untersuchung sollte auf eine sorgfältige Indikationsstellung geachtet werden (54–57).

4.1.4 Forschungsfragen zum Transport

Die jugendlichen Mopedfahrer*innen wurden mit verschiedenen Mitteln ins Krankenhaus gebracht, viele wurden selbst vorstellig oder wurden von Angehörigen an die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie gebracht. Andere wurden durch den Rettungsdienst ins Krankenhaus gebracht. Eine genaue Anzahl konnte diesbezüglich nicht ermittelt werden, da in den ärztlichen Entlassungsbriefen meist nicht dokumentiert ist, wer die Patient*innen eingeliefert hat. Was jedoch meistens dokumentiert wurde, waren jene Fälle, wenn Jugendliche mit NEF-Begleitung (Notarzteinsatzfahrzeug) oder mittels Notarzhubschrauber (NAH) eingeliefert wurden.

1. Wurden schwerer verletzte Personen mit einem Notarztmittel eingeliefert?

Tatsächlich konnte in Abschnitt 3.4 festgestellt werden, dass die Indikation für die Einlieferung mit Notarztbegleitung oft gegeben sein dürfte. Je schwerer die Jugendlichen bei Mopedunfällen verletzt wurden, desto eher erfolgte eine Einlieferung mit NAH oder NEF. Als Limitation in dieser Betrachtung sollte beachtet werden, dass gerade was die Art der Einlieferung der Patient*innen betrifft, oft nur sehr wenig dokumentiert wurde. Dadurch könnten diese Werte von der Realität abweichen.

4.1.5 Forschungsfragen zu Intensivmedizin

1. Welcher Anteil der verschiedenen ISS-Klassen musste auf der Intensivstation behandelt werden?

Nach den bisherigen Ergebnissen zum Zusammenhang zwischen Verletzungsschwere und der stationären Aufnahme von Patient*innen nach Mopedunfällen lag die Frage nahe, inwiefern die ISS-Klasse einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit eines Intensivaufenthalts hatte. Unter Berufung auf 3.5.1 wurde beschrieben, dass sich der Anteil der Intensivpatient*innen mit steigender ISS-Klasse (ausgenommen Klasse der tödlich Verletzten) vergrößerte. Dies dürfte auf die oben beschriebenen Tatsachen zum ISS zurückführbar sein. Die Korrelation zwischen Verletzungsschwere und nötiger Intensivtherapie stellt ein Qualitätsmerkmal der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie dar. Schließlich hat sich gezeigt, dass Patient*innen nach traumatischen Verletzungen deutlich von einer intensivmedizinischen Betreuung profitieren können (58, 59).

2. Wie lange dauerte der Intensivaufenthalt im Durchschnitt?

Weiters sollte noch geklärt werden, inwiefern die ISS-Klasse und damit die Verletzungsschwere von der Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation abhängt. Unter 3.5.3 wurde in Tabelle 24 eine deutliche Zunahme der Aufenthaltsdauer mit steigender Verletzungsschwere erkennbar. Damit kann angenommen werden, dass die Schwere der Verletzungen einen Einfluss auf die Dauer der intensivmedizinischen Therapie haben dürfte. Es hat sich bereits gezeigt, dass das Risiko für Komplikationen und Folgeschäden des Intensivaufenthalts mit der Aufenthaltsdauer zunimmt, weshalb Patient*innen von einer frühzeitigen Verlegung auf die Normalstation und Mobilisierung profitieren können (60). Dies sollte auch bei der intensivmedizinischen Betreuung von Jugendlichen nach Mopedunfällen beachtet werden. Eine Ausnahme bildet in diesem Fall abermals die fünfte ISS-Klasse, diese Daten können aus den bereits beschriebenen Gründen nur limitiert beurteilt werden.

3. Welches Verletzungsmuster hatten Intensivpatient*innen nach Mopedunfällen?

Aufgrund der bisherigen Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass Intensivpatient*innen nach Mopedunfällen andere Verletzungen hatten als das Gesamtkollektiv (siehe Abbildung 21 unter 3.5.5). Auch hier werden große Unterschiede zwischen Intensivpatient*innen und Patient*innen ohne Intensivaufenthalt deutlich. Die Verletzungen waren in allen Körperregionen deutlich häufiger, was wiederum erklärt, warum eben diese Patient*innen intensivmedizinisch betreut werden mussten.

4. Wie schwer wurden Intensivpatient*innen im Durchschnitt verletzt (ISS)?

Wie man bereits aufgrund des Verletzungsmusters erwarten konnte, war auch der ISS bei Intensivpatient*innen deutlich höher (3.5.5). Dies spricht abermals für die höhere Verletzungsschwere und höherer Verletzungswahrscheinlichkeit bei Intensivpatient*innen. In der Vergangenheit hat sich bereits gezeigt, dass der ISS ein wichtiger Faktor in der Prognose-Abschätzung auf Intensivstationen sein kann. Trotzdem sollte als Limitation beachtet werden, dass der ISS einige Einschränkungen hat und in manchen Fällen andere Scoring-Systeme besser geeignet sein können (61, 62).

5. In manchen Fällen war eine maschinelle Beatmung nötig, wie häufig und wie lange war dies im Schnitt nötig?

Je nach Verletzungsmuster und Schwere der Verletzungen mussten die Patient*innen unterschiedlich lange in künstlichen Tiefschlaf versetzt und beatmet werden. Unter 3.5.7 wurde bereits beschrieben, dass eine Korrelation zwischen Beatmungsdauer und ISS besteht. Es konnte bereits festgestellt werden, dass gerade bei Trauma-Patient*innen spezielle und lungenprotektive Beatmungsformen gewählt werden sollten. Deshalb sollte auch bei beatmeten Jugendlichen nach Mopedunfällen auf eine sorgfältige maschinelle Beatmung Wert gelegt werden (63).

4.1.6 Einfluss von Gesetzesänderungen

In der Einleitung unter Abschnitt 3.6 wurde bereits beschrieben, dass in den Jahren von 2004 bis 2022 einige Gesetzesänderungen am (Moped-)Führerscheingesetz durchgeführt wurden. Im Jahr 2005 wurde die Sonderregelung zum Mopedführerschein abgeschafft und damit das Mopedfahren für die breite Masse zugänglich gemacht. Dies könnte auch im Einzugsgebiet der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie zu einer Zunahme der Unfallzahlen und des ISS bzw. der Verletzungsschwere (siehe Abbildung 22) geführt haben. Die jährlichen Mopedunfälle stiegen von 200 Unfällen im Jahr 2005 auf circa 300 Unfälle im Jahr 2009. Im selben Zeitraum stieg der ISS von 2,65 im Jahr 2004 auf 3,46 im Jahr 2009. Obwohl sich diese Hypothese nicht statistisch überprüfen lässt, könnte die Zunahme der Führerscheinutzer*innen auch zu einer Zunahme des ISS geführt haben. Dies würde bedeuten, dass sich die Gesetzesänderungen und die Abschaffung der Sonderregelung direkt auf die Verletzungsschwere im Einzugsgebiet der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie ausgewirkt haben könnte. Wie bereits mehrfach besprochen, wurde im Jahr 2009 die Praxisausbildung eingeführt, woraufhin der ISS primär bis ins Jahr 2013 sank. Daraufhin kam es wieder zu einem Anstieg des ISS bis ins Jahr 2016. Dieser doch sehr unspezifische Verlauf des mittleren ISS hat eine limitierte Beurteilbarkeit des Einflusses dieser Gesetzesänderung zur Folge. Die Einführung der Praxisausbildung könnte dazu geführt haben, dass die Verletzungsschwere, zumindest in den ersten Jahren, abgenommen hat. Schließlich konnte bereits festgestellt werden, dass Fahrpraxis das Unfallrisiko verringern kann (32). Dieselbe Problematik fand sich auch bei der nächsten Gesetzesänderung im Jahr 2017, wo das Mindestalter um 4 Monate erhöht wurde. Auch hier ließ sich die geringfügige Abnahme des ISS nicht statistisch überprüfen.

Eine doch sehr auffällige Veränderung ist der starke Anstieg des ISS der Jahre 2018 bis 2021, wobei im Jahr 2021 der mit Abstand höchste mittlere ISS erreicht wurde. Diese Veränderungen gaben Anlass dazu, diese Arbeit zu verfassen, da an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie subjektiv eine Zunahme der Verletzungsschwere beobachtet werden konnte. Wie die Daten verdeutlichen, hat die Verletzungsschwere in diesem Zeitraum tatsächlich zugenommen. Dies könnte verschiedenen Ursachen haben. Zum einen kam es in dieser Zeit zur Covid-Pandemie, welche weltweit und auch in Österreich massive gesellschaftliche Veränderungen mit sich brachte. Der Alltag war in diesen Jahren nicht mit dem täglichen Leben der vorigen beiden Jahrzehnte vergleichbar. Mehrmals kam es abwechselnd zu „Lockdowns“/Ausgangssperren und Phasen, in denen das öffentliche Leben wieder relativ normal möglich war. Es hat sich bereits gezeigt, dass sich diese Einflüsse auch auf den Straßenverkehr und Verkehrsunfälle ausgewirkt haben. In mehreren Ländern konnte eine Abnahme der Unfallzahlen während dieser Lockdowns beobachtet werden (28, 29, 64). Außerdem wurde bereits beschrieben, dass sich das allgemeine Risikoverhalten nach der Aufhebung der langwierigen Ausgangsbeschränkungen verändert haben könnte (65). Gerade bei Kindern und Jugendlichen könnte sich die Covid-Pandemie auf die psychosoziale Entwicklung ausgewirkt haben (66, 67). Die eingeschränkte Möglichkeit zur Entwicklung von Jugendlichen während der Pandemie könnte schließlich Einflüsse auf die Mopedunfälle nach der Pandemie gehabt haben. Nach diesem massiven Anstieg im Jahr 2021 sank der mittlere ISS im Jahr 2022 wieder auf einen sehr niedrigen Wert. Unter 3.6.1 wurde deutlich, dass sich die beschriebenen Veränderungen auch in den zwei größten Altersgruppen (15- und 16-Jährige) unabhängig voneinander widerspiegeln. Sowohl die Abnahme der Verletzungsschwere nach dem Jahr 2009 als auch die massive Zunahme des ISS im Jahr 2021 wurde in beiden Gruppen deutlich. Auffallend war außerdem, dass der ISS Anstieg im Jahr 2021 bei den 16-Jährigen noch um einiges stärker ausgeprägt war als bei den 15-Jährigen. Eine mögliche Theorie dazu könnte sein, dass die 16-Jährigen ihren Führerschein bereits vor Beginn der größten Lockdowns gemacht haben könnten. Die 15-Jährigen hingegen könnten ihre theoretische und praktische Mopedausbildung nach den Ausgangsbeschränkungen gemacht haben und hätten damit direkt Fahrerfahrung sammeln können. Für die 16-Jährigen könnte es in vielen Fällen nicht möglich gewesen sein, nach Erhalt des Führerscheins Fahrerfahrung zu sammeln. Dieser Mangel an Fahrerfahrung und damit einhergehend auch ein potenzieller Mangel an Risikobewusstsein im Straßenverkehr könnte zu schwereren Verletzungen bei

Mopedunfällen geführt haben. Wie sich die Covid-Pandemie und die Gesetzesänderungen tatsächlich auf die Verletzungsschwere ausgewirkt haben, könnte letztendlich nur mit weiteren Studien festgestellt werden.

4.1.7 Einflüsse von Monat und Wochentag auf Unfallhäufigkeit

Unter 3.7 wurde bereits beschrieben, dass die meisten Mopedunfälle in den Sommermonaten passiert sind (Höhepunkt im Juli). Dies dürfte sich einerseits dadurch erklären lassen, dass zweirädrige Kraftfahrzeuge wetterbedingt hauptsächlich in den Sommermonaten genutzt wurden. Andererseits wurden auch die meisten Mopeds in den Sommermonaten angemeldet, womit in diesen Monaten viele junge unerfahrene Fahrer*innen auf den Straßen unterwegs gewesen sein dürften (5). Schließlich hat sich bereits gezeigt, dass gerade Fahrerfahrung ein wichtiger Faktor für das Unfallrisiko darstellt (14, 15). Die zwei gefährlichsten Wochentage waren am Wochenende (Freitag und Samstag), wobei auch hier davon ausgegangen werden kann, dass die vermehrte Freizeit an diesen Tagen zu einer Mehrnutzung von Mopeds geführt hat, was schließlich die Unfallwahrscheinlichkeit erhöht haben könnte. Gegen diese Theorie spricht, dass an Sonntagen die wenigsten Unfälle passiert sind.

4.2 Conclusio

In dieser Arbeit wurde bewusst nicht auf alle erfassten Parameter eingegangen, da dies den Rahmen einer Diplomarbeit übersteigen würde. Die Patientenliste mit den weiteren erfassten Daten sollte als Grundlage für eine weitere Diplomarbeit dienen. Wie mit dieser Arbeit verdeutlicht werden konnte, gehören Verletzungen durch Mopedunfälle zum klinischen Alltag an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie. Aufgrund des langen Beobachtungszeitraums dieser Arbeit, konnten verschiedenste gesellschaftliche und individuelle Einflüsse auf das Unfallrisiko gefunden werden. Außerdem lies die ausführliche Erfassung und Interpretation der verschiedenen Variablen viele Rückschlüsse zur Verletzungsschwere und dem Verletzungsmuster nach Mopedunfällen zu. Die Ergebnisse ermöglichten eine umfangreiche Diskussion, bei der verschiedene Forschungsfragen mit den Ergebnissen der Arbeit und Ergebnissen aus anderen Studien verglichen wurden. Viele Ergebnisse lassen Raum zur Interpretation und könnten, je nach den gewählten Vergleichsstudien und deren Erkenntnissen, auch anders interpretiert werden. Alles in Allem soll diese Arbeit eine Übersicht zu Mopedunfällen in Österreich bieten und verdeutlichen welche Signifikanz die korrekte Ausbildung und Förderung der Verkehrssicherheit bei jugendlichen Mopedfahrer*innen haben sollte.

Literaturverzeichnis

1. Statistik Austria. [Internet]. Wien (AUT): Bundesanstalt Statistik Österreich; 2024. Startseite; 2024 [zitiert 1. April 2024]. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at/>
2. Kent T, Miller J, Shreve C, Allenback G, Wentz B. Comparison of injuries among motorcycle, moped and bicycle traffic accident victims. *Traffic Inj Prev.* 2022;23(1):34-39.
3. Weaver JL, Miller KR, Bennis M, Harbrecht BG. Moped Crashes Are Just as Dangerous as Motorcycle Crashes. *Am Surg.* 2018 Jun 1;84(6):826-830.
4. Scheck S. Analyse der Unfallzahlen, Verletzungsmuster und Unfallumstände jugendlicher MopedfahrerInnen in Österreich. [Diplomarbeit im Internet] Graz (AUT): Medizinische Universität Graz; 2018. [zitiert 1. Mai 2023]. Verfügbar unter: https://online.medunigraz.at/mug_online/wbAbs.showThesis?pThesisNr=54243&pOrgNr=1
5. Verein Große schützen Kleine, Österreichisches Komitee für Unfallprävention und Gesundheitsförderung im Kindes- und Jugendalter. Fokusreport „Mopedfahren – Was tun mit der Moped-Mobilität? [Internet]. Graz (AUT): Spitzer P; 2019 [zitiert 1. Mai 2023]. Verfügbar unter: <https://grosse-schuetzen-kleine.at/publikationen/fokusreport-mopedfahren-was-tun-mit-der-moped-mobilitaet/>
6. White D, Lang J, Russell G, Tetsworth K, Harvey K, Bellamy N. A comparison of injuries to moped/scooter and motorcycle riders in Queensland, Australia. *Injury.* 2013 Jun;44(6):855-62.
7. Zhang X, Yang Y, Yang J, Hu J, Li Y, Wu M, Stallones L, Xiang H. Road traffic injuries among riders of electric bike/electric moped in southern China. *Traffic Inj Prev.* 2018 May 19;19(4):417-422.
8. Rechtsinformationssystem des Bundes. [Internet] Wien (AUT): Bundesministerium für Finanzen; 2023. RIS - Führerscheingesetz - Bundesrecht konsolidiert; Fassung vom 01.05.2023 [zitiert 1. Mai 2023]. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10012723>

9. Verein Mythos Puch. Die Geschichte des Mopeds. [Internet]. [Ort unbekannt]. Krusche M; März 2019 [zitiert 13. April 2024]. Verfügbar unter: http://www.van.at/myth/puch/2016/doku/set01/mythos_puch_2016b.pdf
10. DeWiki. Fahrrad mit Hilfsmotor [Internet]. Ellefeld (GER): NEIF GmbH; 2014 [zitiert 1. November 2023]. Verfügbar unter: https://dewiki.de/Lexikon/Fahrrad_mit_Hilfsmotor
11. Bandzar S, Gupta S, Atallah H. Increase in moped injuries requiring emergency care. *Am J Emerg Med.* 2016 Oct;34(10):2000-2002.
12. Unkuri J, Salminen P, Kallio P, Kosola S. Teens on Wheels and Consequences: A Six-Year Population-Based Study of Bicycle and Moped Injuries. *Eur J Pediatr Surg.* 2021 Jun;31(3):266-272.
13. Yannis G, Antoniou C, Evgenikos P, Papantoniou P, Kirk A. Characteristics and Causes of Power Two Wheeler Accidents in Europe. *Procedia-Soc Behav Sci.* 31. 2012 Dec;48:1535–44
14. Brandau H, Daghofer F, Hofmann M, Spitzer P. Personality subtypes of young moped drivers, their relationship to risk-taking behavior and involvement in road crashes in an Austrian sample. *Accid Anal Prev.* 2011 Sep;43(5):1713-9.
15. Wang X, Peng Y, Yi S, Wang H, Yu W. Risky behaviors, psychological failures and kinematics in vehicle-to-powered two-wheeler accidents: Results from in-depth Chinese crash data. *Accid Anal Prev.* 2021 Jun;156:106150.
16. Steg L, Brussel AV. Accidents, aberrant behaviours, and speeding of young moped riders. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav.* 2009 Nov;12(6):503–11.
17. Møller M, Haustein S. Factors contributing to young moped rider accidents in Denmark. *Accid Anal Prev.* 2016 Feb;87:1-7.
18. Kosola S, Salminen P, Laine T. Heading for a fall - moped and scooter accidents from 2002 to 2007. *Scand J Surg.* 2009;98(3):175-9.

19. Airaksinen N, Nurmi-Lüthje I, Lüthje P. Comparison of Injury Severity Between Moped and Motorcycle Crashes: A Finnish Two-Year Prospective Hospital-Based Study. *Scand J Surg.* 2016 Mar;105(1):49-55.
20. Petit L, Zaki T, Hsiang W, Leslie MP, Wiznia DH. A review of common motorcycle collision mechanisms of injury. *EFORT Open Rev.* 2020 Sep 30;5(9):544-548.
21. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma.* 1974 Mar;14(3):187-96.
22. Deng Q, Tang B, Xue C, Liu Y, Liu X, Lv Y, Zhang L. Comparison of the Ability to Predict Mortality between the Injury Severity Score and the New Injury Severity Score: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2016 Aug 16;13(8):825.
23. Gennarelli TA, Wodzin E. AIS 2005: a contemporary injury scale. *Injury.* 2006 Dec;37(12):1083-91.
24. Rapsang AG, Shyam DC. Scoring systems of severity in patients with multiple trauma. *Cir Esp.* 2015 Apr;93(4):213-21.
25. Greenspan L, McLellan BA, Greig H. Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: a scoring chart. *J Trauma.* 1985 Jan;25(1):60-4.
26. VanDerHeyden N, Cox TB. CHAPTER 6 - TRAUMA SCORING. In: Asensio JA, Turkey DD. *Current Therapy of Trauma and Surgical Critical Care*, Amsterdam (NED): Elsevier Inc. Philadelphia: Mosby; 2008. S. 26–32.
27. Statistik Austria. Strassenverkehrsunfälle 2022. [Internet]. Wien (AUT): Allex DB; Juni 2023 [zitiert 13. April 2024]. Verfügbar unter: https://www.statistik.at/fileadmin/user_upload/Strassenverkehrsunfaelle2022.pdf
28. Yasin YJ, Grivna M, Abu-Zidan FM. Global impact of COVID-19 pandemic on road traffic collisions. *World J Emerg Surg.* 2021 Sep 28;16(1):51.
29. Valent F. Road traffic accidents in Italy during COVID-19. *Traffic Inj Prev.* 2022;23(4):193-197.

30. Bates LJ, Davey J, Watson B, King MJ, Armstrong K. Factors Contributing to Crashes among Young Drivers. Sultan Qaboos Univ Med J. 2014 Aug;14(3):e297-305.
31. Alderman EM, Johnston BD; COMMITTEE ON ADOLESCENCE; COUNCIL ON INJURY, VIOLENCE, AND POISON PREVENTION. The Teen Driver. Pediatrics. 2018 Oct;142(4):e20182163.
32. Oltedal S, Rundmo T. The effects of personality and gender on risky driving behaviour and accident involvement. Saf Sci. 1. 2006 Aug;44(7):621–8.
33. Gomez D, Haas B, de Mestral C, Sharma S, Hsiao M, Zagorski B, Rubenfeld G, Ray J, Nathens AB. Gender-associated differences in access to trauma center care: A population-based analysis. Surgery. 2012 Aug;152(2):179-85.
34. European Road Safety Observatory. Facts and Figures 2022 [Internet]. Brüssel (BEL): Freya Sloomans; 2023. [zitiert am 20. März 2024]. Verfügbar unter: https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/9650635a-2982-4391-9d3b-62bed93aadd0_en?filename=ff_roads_inside_urban_areas_20220707.pdf
35. Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft m.b.H. (KAGes) Partner & Zuweiser KAGES [Internet]. Graz (AUT): KAGES; 2023 [zitiert 22. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.kages.at/partner-zuweiser>
36. Zeitschrift für Gesundheitspolitik – Ausgabe 3/2023 [Internet]. Wien (AUT): Biach A, Plas R; März 2023 [zitiert 28. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.wko.at/wien/news/zgp-03-2023-biach-plas-patientenstroeme.pdf>
37. Jürgensohn T, Böhm S, Gardas D, Stephani T. Entwicklung der Fahr- und Verkehrskompetenz mit zunehmender Fahrerfahrung. [Internet]. Bremen (GER): Carl Ed. Schünemann KG; 2018. 116 S. (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen: M, Mensch und Sicherheit). [zitiert 13. April 2024]. Verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/1916/file/M280_barrierefreies_Internet_PDF.pdf
38. Universität Kassel. Reactus - Merkmale des Leistungsprofils [Internet]. Kassel (GER): Freiger S; Jänner 2002. [zitiert 28. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.trifolium.de/trifolium/de/pprof96.htm>

39. Sorenson SB. Gender disparities in injury mortality: consistent, persistent, and larger than you'd think. *Am J Public Health*. 2011 Dec;101 Suppl 1(Suppl 1):S353-8.
40. Statistik Austria. Strassenverkehrsunfälle [Internet]. Wien (AUT): Statistik Austria; April 2023; [zitiert 13. April 2024]. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at/statistiken/tourismus-und-verkehr/unfaelle/strassenverkehrsunfaelle>
41. Liu T, Xie J, Yang F, Chen JJ, Li ZF, Yi CL, Gao W, Bai XJ. The influence of sex on outcomes in trauma patients: a meta-analysis. *Am J Surg*. 2015 Nov;210(5):911-21.
42. Martins RS, Saqib SU, Raja MHR, Gillani M, Zafar H. Collision versus loss-of-control motorcycle accidents: Comparing injuries and outcomes. *Traffic Inj Prev*. 2022;23(5):255-259.
43. Meredith L, Baldock M, Fitzharris M, Duflou J, Dal Nevo R, Griffiths M, Brown J. Motorcycle fuel tanks and pelvic fractures: A motorcycle fuel tank syndrome. *Traffic Inj Prev*. 2016 Aug 17;17(6):644-9.
44. Kraus JF, Peek-Asa C, Cryer HG. Incidence, severity, and patterns of intrathoracic and intra-abdominal injuries in motorcycle crashes. *J Trauma*. 2002 Mar;52(3):548-53.
45. Urréchaga EM, Kodadek LM, Bugaev N, Bauman ZM, Shah KH, Abdel Aziz H, et al. Full-face motorcycle helmets to reduce injury and death: A systematic review, meta-analysis, and practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *Am J Surg*. 2022 Nov;224(5):1238-1246
46. Kraus R, Wessel L. The treatment of upper limb fractures in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int*. 2010 Dec;107(51-52):903-10.
47. Coccolini F, Stahel PF, Montori G, Biffi W, Horer TM, Catena F, et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World J Emerg Surg*. 2017 Jan 18;12:5.
48. Russell K, Biswas S. Pediatric trauma center vs. adult trauma center: which is better? *Curr Opin Anaesthesiol*. 2023 Apr 1;36(2):159-162.
49. Avci M, Kozaci N. Comparison of X-Ray Imaging and Computed Tomography Scan in the Evaluation of Knee Trauma. *Medicina (Kaunas)*. 2019 Sep 23;55(10):623.

50. Lampart A, Arnold I, Mäder N, Niedermeier S, Escher A, Stahl R, et al. Prevalence of Fractures and Diagnostic Accuracy of Emergency X-ray in Older Adults Sustaining a Low-Energy Fall: A Retrospective Study. *J Clin Med*. 2019 Dec 30;9(1):97.
51. Wongwaisayawan S, Suwannanon R, Prachanukool T, Sricharoen P, Saksobhavit N, Kaewlai R. Trauma Ultrasound. *Ultrasound Med Biol*. 2015 Oct;41(10):2543-61.
52. Freeman P. The role of ultrasound in the assessment of the trauma patient. *Aust J Rural Health*. 1999 May;7(2):85-9.
53. Gleeson T, Blehar D. Point-of-Care Ultrasound in Trauma. *Semin Ultrasound CT MR*. 2018 Aug;39(4):374-383.
54. Figueiro Longo MG, Jaimes C, Machado F, Delgado J, Gee MS. Pediatric Emergency MRI. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2022 Aug;30(3):533-552.
55. Ohana O, Soffer S, Zimlichman E, Klang E. Overuse of CT and MRI in paediatric emergency departments. *Br J Radiol*. 2018 May;91(1085):20170434.
56. Yousaf T, Dervenoulas G, Politis M. Advances in MRI Methodology. *Int Rev Neurobiol*. 2018;141:31-76.
57. Yu HS, Gupta A, Soto JA, LeBedis C. Emergency abdominal MRI: current uses and trends. *Br J Radiol*. 2016;89(1061):20150804.
58. Shirley P. Operational critical care. Intensive care and trauma. *J R Army Med Corps*. 2009 Jun;155(2):133-40.
59. Tisherman SA, Stein DM. ICU Management of Trauma Patients. *Crit Care Med*. 2018 Dec;46(12):1991-1997.
60. Hashem MD, Nelliott A, Needham DM. Early Mobilization and Rehabilitation in the ICU: Moving Back to the Future. *Respir Care*. 2016 Jul;61(7):971-9.
61. Zhu P, Jiang J. Employment of trauma and injury severity score and a severity characterization of trauma in the outcome evaluation of trauma care and their research advances. *Chin Med J (Engl)*. 1998 Feb;111(2):169-73.

62. Deng Q, Tang B, Xue C, Liu Y, Liu X, Lv Y, et al. Comparison of the Ability to Predict Mortality between the Injury Severity Score and the New Injury Severity Score: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2016 Aug 16;13(8):825.
63. Arora S, Singh PM, Trikha A. Ventilatory strategies in trauma patients. *J Emerg Trauma Shock*. 2014 Jan;7(1):25-31.
64. Lee J, Liu H, Abdel-Aty M. Changes in traffic crash patterns: Before and after the outbreak of COVID-19 in Florida. *Accid Anal Prev*. 2023 Sep;190:107187.
65. Hagger MS, Hamilton K. Social cognition theories and behavior change in COVID-19: A conceptual review. *Behav Res Ther*. 2022 Jul;154:104095.
66. Kauhanen L, Wan Mohd Yunus WMA, Lempinen L, Peltonen K, Gyllenberg D, Mishina K, et al. A systematic review of the mental health changes of children and young people before and during the COVID-19 pandemic. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2023 Jun;32(6):995-1013.
67. Wolf K, Schmitz J. Scoping review: longitudinal effects of the COVID-19 pandemic on child and adolescent mental health. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2023 Apr 21:1–56.