

Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemein und Viszeralchirurgie, Gefäß- und
Kinderchirurgie
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. Christoph-Thomas Germer

**Retrospektive Analyse trampolinassoziierter Verletzungen im Kindes- und
Jugendalter in den Jahren 2007-2014**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Sina Cathrin Baierlein

aus Mühldorf am Inn

Würzburg, Juli 2018

Referent: Prof. Dr. med. Thomas Meyer
Korreferent: Prof. Dr. med. Frank Schuster
Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 04.04.2019
Die Promovendin ist Zahnärztin.

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Das Trampolinspringen.....	1
1.1.1	Die Geschichte	1
1.1.2	Das Gerät	1
1.1.3	Die Kinetik	2
1.1.4	Positive Aspekte des Trampolinspringens	3
1.1.5	Negative Aspekte des Trampolinspringens.....	4
1.2	Verletzungen im Kindesalter	4
1.2.1	Epidemiologie	4
1.2.2	Der kindliche Knochen	5
1.2.2.1	Das Periost.....	5
1.2.2.2	Die Wachstumsfugen.....	5
1.2.3	Frakturen	7
1.2.3.1	Typische Frakturformen des kindlichen Knochens	10
1.2.3.2	Behandlung von Frakturen.....	13
1.2.4	Weichgewebetrauma.....	15
1.2.5	Schädel-Hirn-Trauma	16
1.2.5.1	Behandlung des Schädel-Hirn-Traumas.....	17
1.2.6	Kapselbandverletzungen	17
1.2.6.1	Luxation	18
1.2.6.2	Distorsion der Halswirbelsäule.....	18
1.2.6.3	Distorsionstrauma des oberen Sprunggelenks	18
1.3	Folgen von Verletzungen im Kindesalter	19
1.3.1	Verletzungsfolgen nach Frakturen	19
1.3.1.1	Wachstumsstörungen	19
1.3.1.2	Achsenabweichungen.....	19
1.3.1.3	Pseudarthrosen.....	20
1.3.1.4	Ostitis	20
1.3.1.5	Nervenläsionen	20
1.3.2	Folgen nach Gewebetrauma	21
1.3.2.1	Kompartmentsyndrom.....	21

1.3.3	Folgen nach Schädel-Hirn-Trauma	21
1.3.4	Folgen nach Kapselbandverletzungen	21
1.4	Zielsetzung und Fragestellung.....	22
2.	Material und Methoden	23
2.1	Patientenkollektiv	23
2.2	Erhebungsmerkmale.....	23
2.3	Statistische Analyse.....	24
3.	Ergebnisse	26
3.1	Grundgesamtheit	26
3.2	Beobachtungseinheit	26
3.2.1	Erhebungsmerkmale	27
3.2.1.1	Geschlecht	27
3.2.1.2	Alter.....	28
3.2.1.3	Causa accidens	29
3.2.1.4	Art der Verletzung	31
3.2.1.5	Therapie	34
3.2.1.6	stationärer Aufenthalt.....	38
3.2.1.7	Verheilung und Folgeschäden	38
3.2.1.8	Fremdeinwirkung.....	39
3.2.1.9	Zusammenhang zwischen Unfallhergang und Art der Verletzung.....	39
3.2.1.10	Zusammenhang zwischen Art der Verletzung und Alter	40
3.2.2	Zunahme der Verletzungshäufigkeit in den Jahren 2007-2014	41
4.	Diskussion.....	45
5.	Zusammenfassung	54
6.	Literaturverzeichnis	55
	Abbildungsverzeichnis.....	60
	Tabellenverzeichnis.....	61
	Danksagung	
	Lebenslauf	

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
GCS	Glasgow Coma Scale
BMI	Body Mass Index
Abb.	Abbildung

1. Einleitung

1.1 Das Trampolinspringen

1.1.1 Die Geschichte

1936 entwickelten die amerikanischen Akrobaten George Nissen und Larry Grisworld das erste Trampolin. Zunächst fand es lediglich als Requisite für die Aufführung waghalsiger Zirkusnummern Verwendung. Dies änderte sich mit Beginn des zweiten Weltkriegs, als man seitens der US Air Force auf das Trampolin aufmerksam wurde. Man erkannte, dass mittels des Trampolins, unter Ausnutzung des Schwerkraftwechsels, Koordination und Balance trainiert werden konnten. Dies war besonders für die Ausbildung von Fallschirmspringern und Piloten zur Einübung von schwierigen Flugmanövern förderlich. (1) In den 50er Jahren kam das Trampolin nach Europa, wo man sich den gleichen Schwerpunkt im Training von Ausdauer und Kraft in diversen Sportarten wie Turmspringen und Turnen zu Nutzen machte. (2) Nach und nach entwickelte sich das Trampolinspringen zu einer eigenständigen Wettkampfsportart und wurde im Jahr 2000 olympische Disziplin. Parallel dazu hielt es als Spaß- und Spielgerät Einzug in den Freizeitsportbereich.

1.1.2 Das Gerät

Das Grundgerüst des Trampolins, das im Freizeitbereich genutzt wird, besteht aus einem Metallrahmen. Die Sprungfläche, die als Tuch bezeichnet wird, ist an Stahlfedern innerhalb des Rahmens aufgehängt und mit einer Polsterung versehen. Bei Trampolinen mit einem „soft-edge System“ (3) verzichtet man auf den Einbau von Stahlfedern und spannt das Tuch über Fiberglasstäbe, welche konstruktionsbedingt unter der Sprungfläche angebracht sind und daher mit dem Springer nicht in Berührung kommen können. Gleichzeitig wird diesen federlosen Trampolinsystemen ein sanfteres und weiches Abfedern zugeschrieben. (4) (3) Der Rahmen wird von Standfüßen getragen, welche je nach Modell, eine U- oder L-Form aufweisen und wegklappbar oder fest verschraubt werden können. Zusätzlich sind Bodensicherungshaken verfügbar,

um einen festen Stand ohne Verrutschen zu ermöglichen. Das Tuch besteht aus verflochtenen Polyamidbändern, die im Randbereich mehrfach miteinander vernäht sind, da dort bei Systemen mit Sprungfedern die Ringe zur Befestigung eingelassen sind. Bei Trampolinen für die hauptsächliche Verwendung im Freien, wird zusätzlich auf eine UV-Beständigkeit des Sprungtuchs geachtet. Als Sicherheitsvorkehrungen sind im Handel verfügbare Trampoline mit einem rundum den Rahmen verlaufendem Fangnetz, bei Systemen mit Stahlfedern, einer Randpolsterung, welche aus einer mit witterungsbeständiger Kunststoffolie bedeckter Schaumstoffpolsterung besteht, und Einstiegshilfen ausgestattet. (5)

1.1.3 Die Kinetik

„Beim Springen auf dem Trampolin führt der Springer mittels Muskelkraft und Rückstellkraft (Federkraft) des Gerätes sowie der Schwerkraft, Aufwärts-Abwärtsbewegungen aus, die entsprechend der Bewegungsaufgabe zentralnervös gesteuert und in ihrem Ablauf kontrolliert werden müssen“. (6)

Der Sprungvorgang ist ein Wechselspiel zwischen Energieerhaltung und Energieübertragung zwischen Springer und Gerät. Während der Landung wird die kinetische Energie, die auf den Springer wirkt, auf das Tuch abgegeben. Das Tuch wird gedehnt und überträgt im Umkehrschluss die Spannungsenergie auf den Springer zurück, der in die Luft beschleunigt wird. (siehe Abbildung 1)

Der erneute Absprung wird somit durch die Federkraft des Gerätes verstärkt. (7)

Der Springer wird kontinuierlich von der Erdanziehungskraft gebremst. (6)

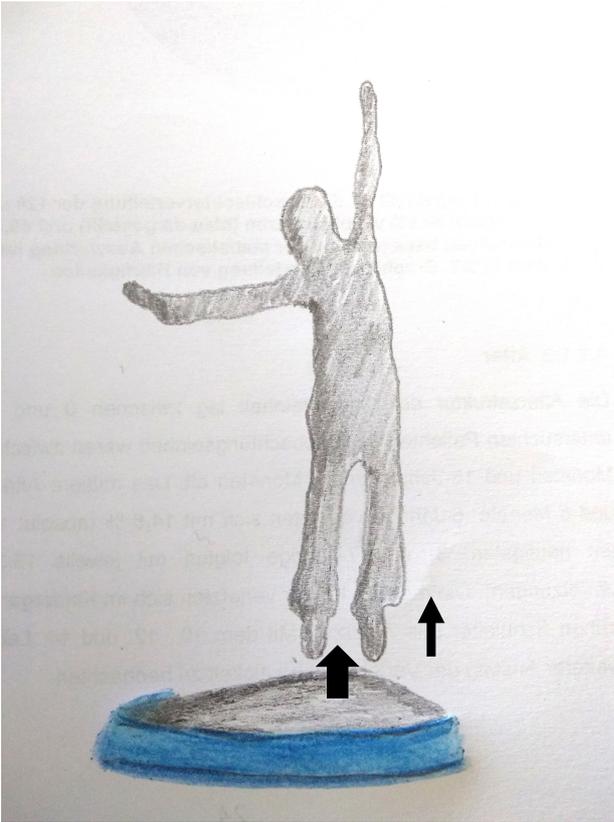


Abbildung 1: schematische Darstellung der Energieübertragung vom Trampolin auf den Springer

1.1.4 Positive Aspekte des Trampolinspringens

„Durch das Trampolinspringen werden sowohl Balance, als auch Koordination, Kraft, Bewegungskompetenz und Körperbewusstsein geschult.“ (8) Im Skisport und der Leichtathletik durchgeführte Trainingseinheiten, bestehend aus Übungen auf dem Trampolin, welche auf eine Verbesserung der Kondition, Kraft, Körperbeherrschung und Koordination abzielen, machen sich die positiven Aspekte des Trampolinspringens von Gebrauch. Auch in der Rehabilitationsmedizin findet das Trampolin Anwendung. In einer Studie untersuchten Hahn *et al.* Rehabilitationserfolge von Patienten nach einem Schlaganfall, die das Trampolin als Trainingselement nutzten. Nach 6-wöchigem Trampoltraining konnten Fortschritte in der Balance, sowie der Gangart festgestellt werden. (9) Kinder mit Entwicklungsstörungen verbesserten, laut einer Studie von Giagazoglou *et al.* (10), durch das

Trampolinspringen ihre Körperbeherrschung. Die 8- bis 9-jährigen Probanden, welche aufgrund ihrer Entwicklungsstörung eine verminderte Fähigkeit zur sensorischen Aufnahme von Informationen, deren Verarbeitung und deren adäquaten Reizantwort aufwiesen, konnten aufgrund der oben genannten positiven Aspekte des Trampolinspringens über eine taktile und visuelle Stimulation des Vestibularorgans, während kontinuierlicher Landung- und Sprungsequenzen, eine Verbesserung in den vorhandenen Schwachstellen verzeichnen.

1.1.5 Negative Aspekte des Trampolinspringens

Da das Trampolin für jedermann im Handel in diversen Ausführungen und verschiedenen Preisklassen verfügbar ist, wird das Gefahrenpotential, das vom Trampolinspringen ausgeht, unterschätzt. Der sorglose Umgang, die mangelnde fachliche Einführung bei der Handhabung, die Nutzung durch vermeintlich untrainierte Personen, sowie die unsachgemäße Wartung des Gerätes bergen Verletzungsrisiken. Bereits in den 50er Jahren wurden erste trampolinassoziierte Verletzungen in einer Studie von Zimmermann und Ellis dokumentiert. Knochenbrüche, Querschnittslähmung und sogar Verletzungen mit tödlichem Ausgang konnten auf Unfälle bei der Nutzung von Trampolinen zurückgeführt werden. (11) Erst durch die Verletzungen, die in Publikationen, aber auch in den öffentlichen Medien diskutiert wurden, (12) konnten sowohl Nutzer als auch die Politik für das erhöhte Verletzungsrisiko sensibilisiert werden. So wurde 2015 eine EU-Norm (Din En 71-14) verabschiedet, welche die Hersteller von Trampolinen zu genormten Sicherheitsvorkehrungen wie Fangnetzen, Einstiegshilfen und Randpolsterungen verpflichtet.

1.2 Verletzungen im Kindesalter

1.2.1 Epidemiologie

Insbesondere im Kindesalter ist das Verletzungsrisiko erhöht. *„Die Fähigkeit Bewegungen in der Peripherie wahrzunehmen ist eingeschränkt“*. (13) Darüber hinaus sind jüngere Kinder, wegen ihrer motorischen und sensorischen Entwicklung, noch nicht in der Lage Gefahrensituationen richtig einzuschätzen

und diesen auszuweichen. (14) Im Folgenden werden die häufigsten beim Trampolinspringen verursachten Verletzungen im Kindesalter, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurden, dargestellt.

1.2.2 Der kindliche Knochen

Aufgrund des im Wachstum befindlichen Körpers ist die Heilungspotenz von verletztem Gewebe nach einem Trauma im Kindesalter höher als beim Erwachsenen. Die Frakturheilung erfolgt im Kindesalter durch Kallusbildung. Knochen entsteht dabei auf der Grundlage von neugebildetem Knorpel und wird über „remodeling“ (Knochenumbau) in seine ursprüngliche Struktur umgewandelt. Der Knochenumbau findet nicht nur bei Verletzungen statt, sondern ist ein permanenter Prozess, welcher den funktionellen Erhalt des Knochens gewährleistet, indem Osteoklasten altes Knochengewebe abbauen, welches durch das sezernierte Osteoid der Osteoblasten ersetzt wird und kalzifiziert. Auf diese Weise wird der Kallus aus Geflechtknochen durch stabileren Lamellenknochen ersetzt. Geschieht der Austausch an derselben Stelle spricht man von „remodeling“; „modeling“ bezeichnet die Knochensynthese an anderer Stelle. (16)

1.2.2.1 Das Periost

„Das enorme osteogene Potenzial des kindlichen Periosts sorgt für eine schnelle und gute Frakturheilung.“ (14) Das Periost, die den Knochen umgebende Knochenhaut, ist stabiler und stärker vaskularisiert als beim Erwachsenen, was den Heilungsprozess fördert, sowie den Knochen zusätzlich schützt. Durch die erhöhte Stabilität des Periosts können somit Frakturrenden in Position gehalten werden, und inkomplette Frakturen, wie die kindliche Grünholzfraktur, entstehen. (13) (15)

1.2.2.2 Die Wachstumsfugen

In Abbildung 2 ist der Knochenaufbau schematisch dargestellt. Als Wachstumsfuge (Epiphysenfuge) wird der knorpelige Teil der Metaphyse, dem Übergang zwischen Epiphyse (Gelenkende) und Diaphyse (Schaft) eines

kindlichen Röhrenknochens, vor Abschluss des Knochenwachstums bezeichnet. (14) Über die Wachstumsfugen des Knochens findet, durch Anlagern von Knochenzellen in die Knorpelregion, das Längenwachstum, auch interstitielles Wachstum genannt, statt. Diese Form der Verknöcherung wird als enchondrale Ossifikation bezeichnet, da in den hyalinen Knorpel einspritzende Blutgefäße Mesenchymzellen mit sich bringen, welche sich sowohl zu Chondroklasten, zum Abbau des Knorpels, als auch zu Osteoblasten differenzieren und somit das Längenwachstum vorantreiben. Dem interstitiellen Wachstum, steht das appositionelle Wachstum zur Seite, das über perichondrale Ossifikation, welche charakteristischer Weise über eine Knochenmanschette das Dickenwachstum eines Knochens, über vom Perichondrium, der Knorpelhaut, abgesonderte Osteoblasten, steuert. Nach Abschluss des Längenwachstums ist der Knorpel durch Knochen ersetzt und die Epiphysenfuge geschlossen, was röntgenologisch sichtbar gemacht und zum Vergleich des chronologischen Alters eines Kindes mit dessen tatsächlichem Skeletalter verwendet werden kann. (16) (17) (18) Verletzungen die die Wachstumsfuge mitbetreffen, können zu Wachstumsstörungen des jeweiligen Knochens führen. (19)

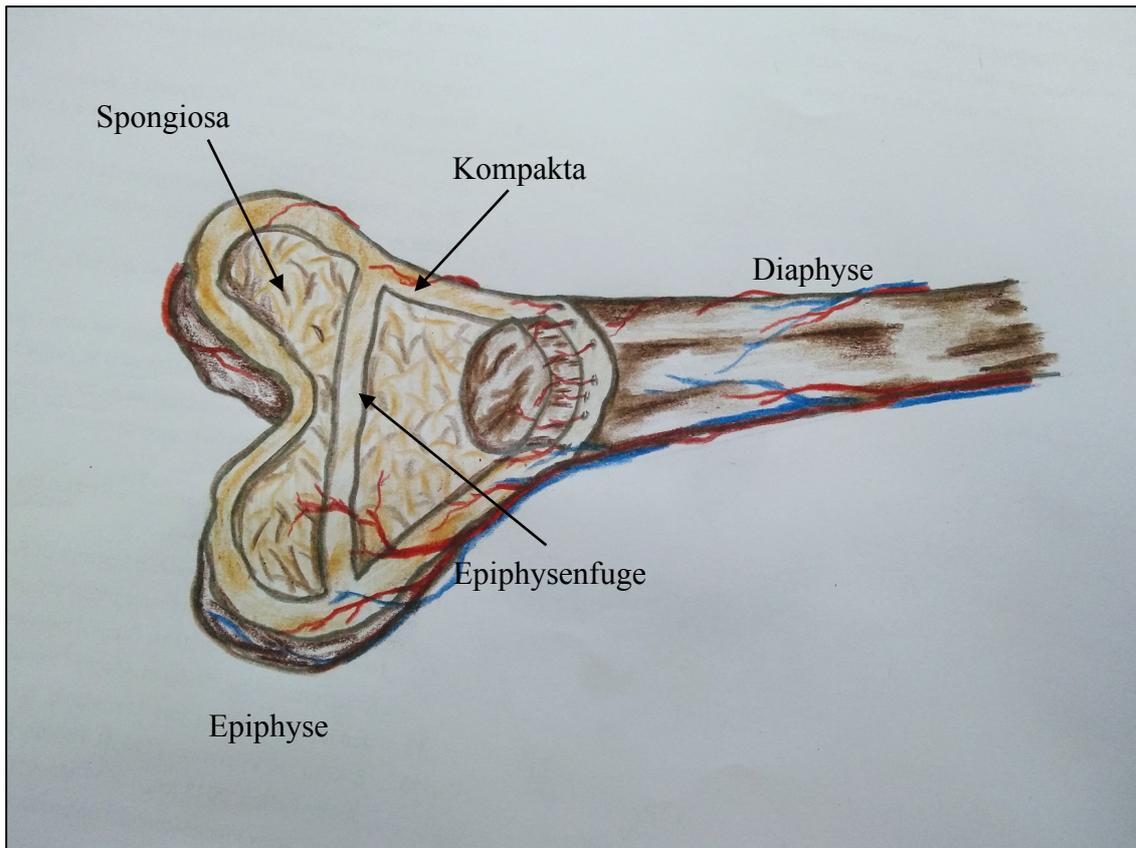


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Röhrenknochens, Epiphysen sind die Gelenkenden des Knochens, Diaphyse ist der Schaft

1.2.3 Frakturen

Eine Fraktur ist die Unterbrechung der Knochenkontinuität. Die Morphologie des kindlichen Knochens erfordert andere Konzepte zur Einteilung von Knochenbrüchen, als die eines Erwachsenen, da das kindliche Wachstum und die Anatomie des kindlichen Knochens berücksichtigt werden müssen. Das gängigste Schema ist die AO Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen. (19) (20) Frakturen können demzufolge nach Kriterien wie Lokalisation im Skelett, Lokalisation im Knochen, Dislokationsgrad sowie nach Therapiehinweisen eingeteilt werden. (21) Speziell für Frakturen der Wachstumsfugen entwickelten Salter und Harris eine Einteilung, die sowohl auf die Art der Fraktur aber auch auf die Prognose Hinweise gibt. (13) In Tabelle 1 und 2 sind die Einteilungsschemata dargestellt. (19)

Die AO Klassifikation

Die AO-Klassifikation ist an die Prinzipien der Müller- AO Klassifikation für Frakturen der Röhrenknochen eines erwachsenen Patienten angelehnt und geht auf die Besonderheiten im wachsenden Knochen ein. (22) (23) Die Punkte 1-3 erklären die Lokalisation der Fraktur im Skelett, wobei Punkt 1 die betroffene Extremität beschreibt. Punkt 2 definiert die Lokalisation der Fraktur im Knochen. Dabei findet die Unterscheidung zwischen proximal, zum Körperzentrum hin, Mitte, den Schaft betreffend und distal, vom Körperzentrum entfernt, statt. Detaillierter wird in Punkt 3 zwischen Epiphyse, den Knochenenden, der Metaphyse, dem Übergang zwischen Schaft und Knochenenden, und der Diaphyse, dem Schaft unterschieden. Die Lokalisation der Metaphyse wird über ein Quadrat über der Fuge konstruiert. (19) Als viertes werden wachstumsspezifische Besonderheiten in verschiedene Frakturformen untergliedert. Im 5ten Punkt wird der Schweregrad untersucht und zwischen dislozierten und nicht dislozierten Frakturen differenziert. Zuletzt wird die Fraktur des suprakondylären Humerus aufgeführt und charakterisiert. Zusätzlich können bei Bedarf paarige Knochen durch die Nennung des jeweiligen Anfangsbuchstabens berücksichtigt werden. So steht F für Femur und U für Ulna.

Tabelle 1: AO Klassifikation speziell für kindliche Frakturen; Auszug aus dem Buch ‚Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter‘ von Lutz und Laer (19)

Typ 1	Knochen Lokalisation im Körper	1 = Oberarm 2 = Unterarm 3 = Oberschenkel 4 = Unterschenkel 5 = Wirbelsäule 6 = Becken 7 = Hand 8 = Fuß 9 = Schädel
-------	-----------------------------------	---

Typ 2	Segment	1 = proximal 2 = Mitte 3 = distal
Typ 3	Knochenteil	E = Epiphyse (Knochenenden) M = Metaphyse (Übergang von Epiphyse zu Diaphyse) D = Diaphyse (Schaft)
Typ 4	Knochenteil detailliert	<u>E = Epiphysär</u> - Salter Harris 1-4 - Two Plane Fraktur - Tri Plate Fraktur - epiphysäre Bandausrisse - Flake Fraktur - ... <u>M = Metaphysär</u> - Wulst- /Spiral-/Grünholzfraktur - komplette Fraktur - Avulsionsverletzungen - ... <u>D = Diaphysär</u> - Bowing Fraktur - Grünholz Fraktur - Toddler Fraktur - Quer-/Schräg-/Spiralfraktur - ...
Typ 5	Schweregrad	1 = einfach 2 = 3 Frakturfragmente davon 1 disloziert 3 = >3 Fragmente
Typ 6	Zusätzliche Einteilung der Fraktur des	1 = stabile Frakturen ohne Kontinuitätsverlust

	Suprakondylären Humerus	2 = instabile Frakturen mit Kontinuitätsverlust
--	----------------------------	--

Einteilung nach Salter und Harris

Salter und Harris unterteilten Epiphysenfrakturen in 5 Typen. (24) Harris- Salter I und II Frakturen können geschlossen reponiert und im Anschluss ruhig gestellt werden. Die Prognose ist gut, da keine Wachstumsstörungen frakturbedingt auftreten sollten. Harris-Salter III, IV und V Frakturen müssen in der Regel offen, mit Osteosynthese Material versorgt werden. Achsenabweichungen sowie vermindertes Längenwachstum durch vorzeitigen Fugenschluss sind möglich.

Tabelle 2: Einteilung von Epiphysenfugenfrakturen (Salter/Harris) Auszug aus dem Buch ‚Kinderorthopädie‘ von Niethart *et al.* (14)

Typ 1	Komplette Fugenlösung: Frakturlinie durch die Epiphyse, trennt Epiphyse von Diaphyse	Prognose gut
Typ 2	Komplette Fugenlösung mit metaphysärem Frakturanteil	Prognose gut
Typ 3	Fraktur der Fuge mit Beteiligung von Epiphyse und Gelenk	Prognose ok
Typ 4	Fraktur senkrecht/diagonal durch Fuge von der Epiphyse zur Diaphyse	Prognose schlecht
Typ 5	Dislozierte Quetschung der Fuge	Prognose sehr schlecht

1.2.3.1 Typische Frakturformen des kindlichen Knochens

Neben vollständigen Frakturen, das heißt komplettem Durchbruch der Kompakta, sowie des Periosts, existieren spezielle kindliche Frakturen, die ihre Ursache in der kindlichen Morphologie der Knochen finden.

Grünholzfrakturen

Biegungsbrüche im kindlichen Skelett mit intaktem Periost werden als Grünholzfrakturen bezeichnet. (19) Das Periost und die Kortikalis, die kompakte Knochenschicht unter dem Periost, welche die in feinen Knochenbälkchen strukturierte Spongiosa umgibt, brechen bzw. zerreißen dabei nur auf der konvexen Seite des gebogenen Knochens; das Periost kann auch beidseits unversehrt bleiben und aufgrund nicht gegeneinander verschobener Bruchteile zu einem günstigeren Heilungsverlauf beitragen. (siehe Abbildung 3) (21) Voraussetzung für diese Frakturform ist ein noch im Wachstum und somit nicht vollständig kalzifizierter Knochen, da dieser teilweise einer Krafteinwirkung mit einer elastischen Verformung antworten kann und lediglich an der Stelle der größten Dehnung bricht, teilweise mit einer vom Frakturspalt ausgehender Längsspaltung. (15) Da die Frakturcharakteristika an die von grünem Holz erinnern, erhielt dieser Bruch seinen klassischen Namen. (13)

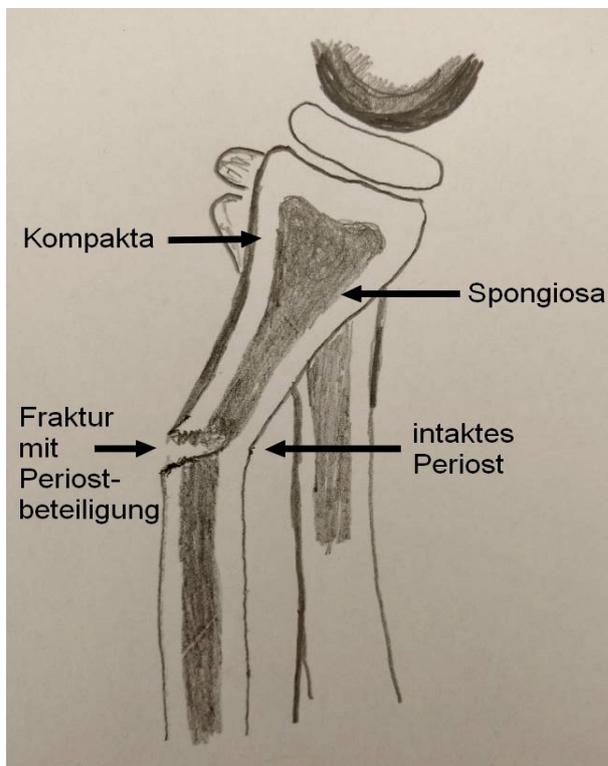


Abbildung 3: Schematische Darstellung einer Grünholzfraktur

Torusfrakturen

Die, ebenso wie die Grünholzfraktur, zu den unvollständigen Brüchen zählende Torusfraktur wird durch eine axiale Krafteinwirkung mit folgender Stauchung des noch nicht vollständig ausgereiften Knochens charakterisiert. Das Zusammenpressen im Bereich der Metaphyse führt zu einer wulstigen Verdickung der Kortikalis und lässt sich insbesondere im Vergleich mit der meist unauffälligen kontralateralen Seite per radiologischer Diagnostik darstellen. Das Periost bleibt analog zu den Merkmalen einer Grünholzfraktur, intakt. (14) (13) (siehe Abbildung 4)

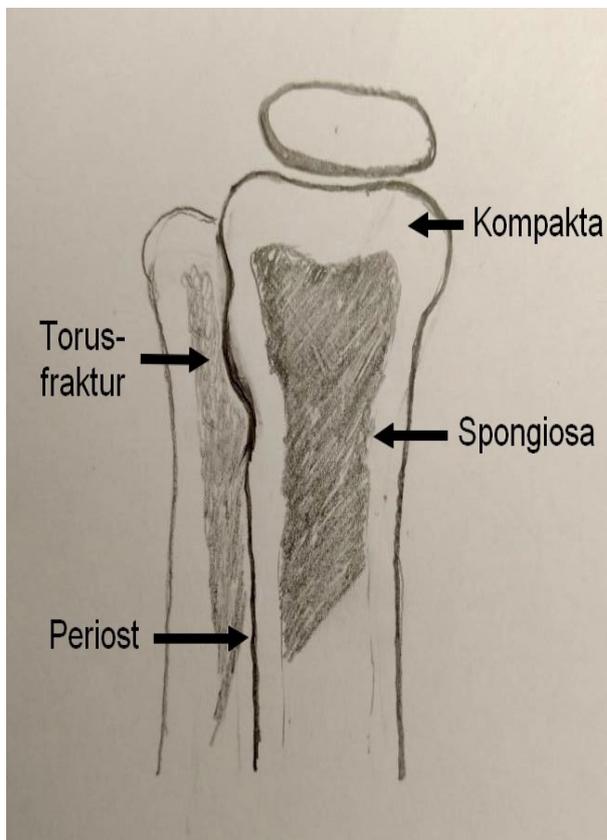


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Torusfraktur

Epiphysenfrakturen

Wachstumsfugen sind sehr fragil, wenig stressresistent und daher vermehrt fraktur anfällig. Frakturen der Epiphysenfugen machen ca. 20 % aller kindlichen Frakturen aus (25) und werden nach der Einteilung nach Salter und Harris klassifiziert (siehe Tabelle 2) und entsprechend dem Verlauf der Frakturlinie zwischen prognostisch günstig und prognostisch ungünstigen differenziert. Verläuft die Frakturlinie gerade durch die Fuge und nicht durch angrenzende Strukturen wie Epiphyse und Diaphyse ist mit einem ungestörten schnellen Heilungsprozess und normalem Wachstum zu rechnen. Hingegen sind Frakturen mit Beteiligung angrenzender Strukturen prognostisch ungünstig, da ein asymmetrischer oder vorzeitiger Verschluss der Fuge zu Achsabweichungen und vermindertem Längenwachstum führen kann.

1.2.3.2 Behandlung von Frakturen

Die Art der Fraktur bestimmt die Behandlung. Als Therapieziele stehen die Schmerzbehandlung, die Herstellung der Knochenkontinuität und das Vermeiden von Folgeschäden im Focus. (19)

Konservative Behandlung

Konservativ, die Behandlung einer Fraktur ohne operativen Eingriff, werden nicht dislozierten Frakturen und teilweise dislozierten Frakturen mit guter Prognose auf Spontankorrektur behandelt. Diese erlangen durch physiologische Reparatur- und Wachstumsvorgänge ihre korrekte Position und Struktur. Zur Ruhigstellung und somit Schaffung von optimalen Heilungsprozessen dienen Steifverbände aus Gips oder synthetischen Gipsmaterialien, welche einen komfortableren Tragekomfort sichern. (19) Ruhiggestellt werden hierfür die angrenzenden Gelenke. Im Fokus steht eine frühe, jedoch Schmerzabhängige, Mobilisierung um natürliche Wundheilungsvorgänge anzustreben, sowie Bewegungseinschränkungen und Muskelhypotrophien durch zu lange Ruhigstellung zu minimieren. Die Dauer der Ruhigstellung ist abhängig von der Frakturform. So kann die Ruhigstellung einer proximalen Humerusfraktur mit Gilchrist-Verband ca. 2-3 Wochen

dauern. (26)

Reposition

Als Reposition bezeichnet man die Versorgung einer Fraktur mit Achsenabweichung, welche sich nicht durch Wachstum spontan zurückstellt, und umfasst die chirurgische Reposition der Frakturrenden zueinander. Dies erfolgt in der Regel in Allgemeinnarkose. Häufig müssen die Frakturteile zusätzlich mit Osteosynthesematerialien fixiert werden um postoperative Fehlstellungen vorzubeugen und die Knochenheilung zu fördern. Die Reposition kann offen erfolgen, indem die Fraktur operativ freigelegt und dargestellt wird oder geschlossen ohne Freilegung. Im Folgenden sollen nur eine Auswahl von Osteosynthesematerialien und Methoden genannt werden, die speziell bei den Verletzungen durch Trampolinspringen Anwendung finden. Mögliche Materialien zur Erzielung einer optimalen Osteosynthese sind: Kirschnerdrähte, intramedulläre Nägel, Schrauben, sowie der Fixateur externe. Häufig findet eine kombinierte Versorgung statt.

Kirschnerdraht

Der Kirschnerdraht, ein aus Titan bestehender Draht, mit einem Durchmesser von 0,8- 3 mm dient der minimalinvasiven Reposition einer Fraktur, die gut zu reponieren aber schlecht zu retinieren ist. (19) Die Drähte werden über die Haut in den Knochen eingebracht und sollen das lose Fragment fixieren. Zusätzlich sollte die Verletzung mit einem Gips stabilisiert werden, da diese Art der Osteosynthese nicht bewegungsstabil ist. Die Entfernung der Drähte folgt ab 4 Wochen postoperativ. (27)

Intramedulläre Nägel

Die intramedulläre Nagelung, von Frakturen erfolgt in der Pädiatrie häufig mit vorgebogenen Pins (Prevotnägeln), die in Vollnarkose in den Markraum des jeweiligen Knochens eingebracht werden. Aufgrund der Vorbiegung der Pins üben diese eine Spannung auf den Knochen aus, die das Knochenwachstum anregen und beschleunigen soll. Die intramedulläre Nagelung ist Mittel der

Wahl bei Unterarmschaftfrakturen. Lediglich in schwerwiegenden Fällen müssen diese zusätzlich durch einen Gips retiniert werden. (28) (29) Die Metallentfernung findet nach Ausheilung der Fraktur frühestens nach 3 Monaten in Vollnarkose statt.

Schrauben

Durch das Einbringen von Schrauben werden die Bruchenden miteinander fixiert. Stellschrauben verbinden die Knochenfragmente ohne diese aufeinander zuzubewegen, wohingegen Zugschrauben mittels Kompressionskräften die Bruchstücke verbinden. Zusätzlich können Osteosyntheseplatten verwendet werden, welche die Stabilität des Bruchs erhöhen und den Bewegungsspielraum einschränken. (30) Bei jungen Patienten im Bereich des Ellenbogens kann diese Art der Osteosynthese verwendet werden.

Fixateur externe

Der Fixateur externe kommt in erster Linie bei komplizierten Frakturen wie Trümmerfrakturen, offenen Frakturen oder Frakturen mit Weichteilbeteiligung zum Einsatz. Bei Kindern wird er hauptsächlich für die Osteosynthese der unteren Extremitäten, in sehr seltenen Fällen für die der oberen Extremitäten verwendet. Die Befestigung erfolgt über Pins, die perkutan in den Knochen eingebracht werden und extern miteinander verbunden sind. Der Bruchspalt wird dabei nicht durchkreuzt. Der Fixateur externe kann in Kombination mit intramedullärer Nagelung angewendet werden. Das Anbringen, sowie die Entfernung des Fixators erfolgt in Vollnarkose. (31)

1.2.4 Weichgewebetrauma

*„Unter einer Wunde (lat. *Vulnus*) wird eine Unterbrechung des Zusammenhangs von Körpergeweben mit oder ohne Substanzverlust infolge unterschiedlicher (...) Wirkung verstanden“* (30) Da zum einen die Nervenendigungen der Haut direkt gereizt und zum anderen durch Vasodilatation Botenstoffe der lokalen Abwehr wie Bradykinin, die Blutbahn verlassen können, werden offene Wunden als sehr schmerzhaft empfunden. Die Wundheilung erfolgt über die

Zellproliferation von mesenchyalem Granulationsgewebe. (30) Als orthopädischer Notfall werden offene Frakturen gehandelt, da die offenen Frakturen durch eine Wunde mit dem Keimspektrum der Umwelt in Verbindung stehen und somit enorm infektionsgefährdet sind. (32) Um eine Wundinfektion durch Schmutzpartikel und Bakterien zu verhindern sollte die Wunde versorgt werden. Im Vordergrund stehen dabei im Falle eines offenen Bruchs zunächst die Versorgung der Fraktur und die Blutstillung durch Kompression der Gefäße. Ist diese erfolgt, wird die Wunde gesäubert und desinfiziert, gegebenenfalls chirurgisch exzidiert, mit Nahtmaterial verschlossen und zum Schutz, zur Kompression und zur Entlastung mit einem Wundverband versorgt. Der Tetanusimpfschutz des Patienten sollte überprüft und, falls nicht ausreichend, aufgefrischt und eine Antibiotika-Prophylaxe abgewogen werden. (30)

1.2.5 Schädel-Hirn-Trauma

„Ein Schädel-Hirn-Trauma bezeichnet jegliche Verletzung des Schädels, die mit einer Schädigung des Gehirns einhergeht“. (33) Unterschieden werden 3 Schweregrade des Schädel-Hirn-Traumas. Die Einteilung erfolgt nach dem Glasgow Coma Scale, wobei das Bewusstsein des Patienten überprüft und demzufolge unterschieden wird. (34) Dabei werden 3 Kategorien bewertet: Augenöffnung, Kommunikation und Motorik. Zu erreichen sind maximal 15 Punkte. In Tabelle 3 ist die Einteilung des Schädel-Hirn-Traumas dargestellt.

Punkte	Bewusstseinszustand
15-14	Keine Bewusstseinsstörung
13-12	Leichte Bewusstseinsstörung
11-9	Mäßig schwere Bewusstseinsstörung
8-3	Schwere Bewusstseinsstörung

Tabelle 3: Einteilung des Schädel-Hirn-Traumas in 3 Grade (34)

Grad	GCS	Symptome	Folgen
SHT 1. Grades: Commotio Cerebri	13-14	Kurze Bewusstlosigkeit Sehstörung Schwindel Kopfschmerzen	Amnesien möglich
SHT 2. Grades: Contusio Cerebri	9-12	Bewusstlosigkeit dauert 10 Min-30 Min Symptome wie bei SHT 1	Schlafstörungen Depressionen Kopfschmerzen Schwindel
SHT 3. Grades: Compressio Cerebri	3-8	Bewusstlosigkeit dauert Stunden bis Tage Zerebrales Hämatom	Ausfall von Gehirnarealen, Sprachstörungen Epilepsie Wachkoma

1.2.5.1 Behandlung des Schädel-Hirn-Traumas

Die Bildgebung, wie eine Computertomographie sowie die klinische Untersuchung des Patienten können Aufschluss über den Schweregrad des Traumas geben. Dementsprechend wird das weitere Vorgehen geplant. Grundsätzlich ist die neurologische Überwachung des Patienten in den ersten Stunden unmittelbar nach dem Trauma sinnvoll, um auf mögliche Komplikationen oder eine Verschlechterung des Zustands reagieren zu können. Eine stationäre Überwachung wird daher empfohlen. (33) Bei Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma liegen die Senkung des intrakraniellen Drucks, sowie die Überwachung der Vitalfunktionen im Fokus. (35)

1.2.6 Kapselbandverletzungen

Als Kapselbandverletzungen werden alle Verletzungen der gelenknahen Bandstrukturen zusammengefasst. Man unterscheidet zwischen Zerrungen, Dehnung, sowie Rupturen. (14) Diese entstehen durch unphysiologische

Belastung des Gelenkes, die den normalen Bewegungsspielraum überschreitet.

1.2.6.1 Luxation

Durch passive Gewalteinwirkung auf das Gelenk kann es zum Zerreißen der umgebenden Gelenkkapsel kommen. Das Gelenk und der Gelenkkopf stehen somit nicht mehr in physiologischer Position zueinander und können nicht mehr bewegt werden. Die Luxation geht mit starken Schmerzen, sowie einer Hämatombildung einher. Das Gelenk muss repositioniert und ruhiggestellt werden. (19)

1.2.6.2 Distorsion der Halswirbelsäule

Die Verdrehung der Halswirbelsäule wird auch als Schleudertrauma bezeichnet. Dabei werden wirbelsäulennahe Gewebsstrukturen verletzt. Symptome sind unter anderem, die Bewegungseinschränkung des Kopfes, Nackenschmerzen, Schluckstörungen und Kopfschmerzen. Detaillierte Diagnostik ist bei Vorliegen eines Schleudertraumas notwendig, um mögliche Frakturen der Wirbel auszuschließen. (36) Schmerzmedikation, Physiotherapie und Wärme sind Behandlungsmethoden der Wahl.

1.2.6.3 Distorsionstrauma des oberen Sprunggelenks

Das Distorsionstrauma ist das häufigste Verletzungsmuster am oberen Sprunggelenk. Dabei findet eine Überdehnung des Fußes nach außen unten statt, wodurch der Bandapparat des Sprunggelenkes gezerrt oder sogar rupturiert wird. Symptome einer Distorsion können Schmerzen, Hämatome und Bewegungseinschränkungen sein. Die Distorsion wird in der Regel konservativ behandelt, wobei eine stationäre Aufnahme nicht erforderlich wird. Grundsätzlich sollte das verletzte Sprunggelenk geschont und gekühlt werden. (19)

1.3 Folgen von Verletzungen im Kindesalter

1.3.1 Verletzungsfolgen nach Frakturen

1.3.1.1 Wachstumsstörungen

Je nach Ausprägung und Art der Verletzung kann das Wachstum des Knochens beeinträchtigt werden.

Verminderung des Längenwachstums

Hemmende Wachstumsstörungen treten häufig nach Fugenfrakturen auf. Durch mangelnde Blutversorgung oder vorzeitiges Verknöchern der Wachstumsfuge kann das Längenwachstum des jeweiligen Knochens gehemmt werden. Zusätzliche Faktoren, die das Wachstum beeinflussen sind der Grad der Dislokation, eine zu späte Reposition und die Häufigkeit der Repositionsmanöver. Die Verminderung des Längenwachstums ist insbesondere im Bereich des Beckens und der Beine folgeschwer und kann zu Problemen in Gang und zu Wirbelsäulenfehlstellungen führen. (14)

Zunahme des Längenwachstums

Konträr zur Verminderung des Längenwachstums kann eine Hyperämie zu einem proliferierenden Längenwachstum und somit wiederum zu unterschiedlich langen Extremitäten führen. (14)

1.3.1.2 Achsenabweichungen

Frakturen können Achsenabweichungen des betroffenen Knochens hervorrufen. Dabei ist das Korrekturpotential bei Achsenabweichungen für die Metaphyse höher als für die Diaphyse. Ist die Fraktur in Fugennähe und die jeweilige Fuge noch stark am Wachstum beteiligt, ist die spontane Korrektur einer Fehlstellung möglich. Wohingegen sich Frakturen von Patienten am Ende der Pubertät selten spontan korrigieren. Achsenabweichungen in der Bewegungsebene korrigieren sich besser als solche außerhalb der Bewegungsebene. Epiphysenfrakturen sollten stets repositioniert werden um

Fehlstellungen zu vermeiden. (13)

1.3.1.3 Pseudarthrosen

Aufgrund von Wundheilungsstörungen des Knochens kann es zur Ausbildung von Pseudarthrosen kommen. Diese können unter anderem auf falsche Reposition, fehlende Ruhigstellung, sowie Stoffwechselerkrankungen, die das Knochenwachstum verzögern, zurückzuführen sein. Häufig ist die erneute Osteosynthese und Ruhigstellung erforderlich. (19)

1.3.1.4 Ostitis

Die Ostitis ist eine Entzündung des Knochens, wobei in der Regel sowohl der Markraum als auch die Kompakta betroffen sind. Hervorgerufen wird diese durch eine Infektion, insbesondere bei offenen Frakturen. Ist der Knochen infiziert, werden Entzündungsmediatoren angeschwemmt und die Durchblutung gefördert. Aufgrund der erhöhten Festigkeit und Stabilität des Knochens, ist die Ausdehnung der Entzündung kaum möglich, weshalb der Knochen in den entzündeten Arealen, bei akuten Prozessen abgebaut wird. Dies birgt die Gefahr eines unkontrollierten Druckanstiegs wodurch andere Knochenteile nicht mehr vaskularisiert werden können und somit nekrotisch werden. Neben der antibiotischen Behandlung der Entzündung sollte die Ostitis je nach Schweregrad, Ausdehnung und Ursache durch chirurgische Ruhigstellung der Fragmente behandelt werden. (37)

1.3.1.5 Nervenläsionen

Aufgrund eines Traumas kann es zu einer Nervenläsion kommen. Lähmungen und Sensibilitätsstörungen können Folgen einer Nervenschädigung sein. Dabei unterscheidet man zwischen Neurapraxie, der Irritation des Nerven, mit kurzzeitigem Funktionsverlust, der Axonotmesis, der Durchtrennung des Axons mit Erhalt der Hüllstrukturen und Neurotmesis, der Durchtrennung des Nerven. Die Wiederherstellung der Funktion durch Nervenneurolyse oder Nervenreplantation ist nur in seltenen Fällen möglich und erfolgreich. (30)

1.3.2 Folgen nach Gewebetrauma

1.3.2.1 Kompartmentsyndrom

Als Kompartmentsyndrom bezeichnet man die Zunahme des Gewebedrucks insbesondere in Muskellogen, in Folge eines Traumas, zum Beispiel einer offenen Fraktur. Aufgrund des erhöhten Drucks ist die Mikrozirkulation im jeweiligen Gebiet unterbrochen und kann zur Gewebsnekrose führen. (38) Daher ist das Kompartmentsyndrom als Notfall einzustufen und sollte mit einer Fasziotomie therapiert werden. Zur Druckentlastung in den Muskellogen werden die Faszien gespalten. Ansonsten können vollständige Muskelnekrosen, Gewebsverlust bis hin zur Amputation des betroffenen Körperteils nicht auszuschließen sein. (39)

1.3.3 Folgen nach Schädel-Hirn-Trauma

Die Folgeschäden nach einer Gehirnerschütterung sind vom jeweiligen Schweregrad des Traumas abhängig. Insbesondere ab SHT 2 können Folgeschäden auftreten. Durch ein Schädel-Hirn-Trauma kann der intrakranielle Druck ansteigen, Gehirnareale eingeklemmt und die intrakranielle Homöostase gestört sein. Aufgrund der festen Schädelkalotte, kann sich das Gehirn nur bedingt ausdehnen und somit die Blutzufuhr bei steigendem intrakraniellen Druck nicht gewährleistet werden. (35) Ischämische Zonen im Gehirn können zum Gewebsuntergang führen. Folgen von SHT 2. Grades werden als postkommotionelles Syndrom bezeichnet und können Monate, selten mehrere Jahre andauern. Patienten leiden unter anderem an Schwindel, Kopfschmerzen, Depressionen, und Schlafstörungen. (40) Mit dem Ausfall von Gehirnarealen, Sprachstörungen, Epilepsie oder dem Wachkoma ist insbesondere bei SHT 3 zu rechnen.

1.3.4 Folgen nach Kapselbandverletzungen

Durch rezidivierende Bandverletzungen und oder inadäquate Versorgung, wie zu frühe Belastung der Bandstrukturen, kann das betroffene Gelenk instabil werden und zu posttraumatischen Luxationen, sowie Gelenksarthrosen führen.

(14) Physiotherapie kann Instabilitäten vorbeugen. Sollte diese Therapie nicht erfolgreich sein, müssen die Bänder operativ wieder hergestellt oder durch Ersatzgewebe ersetzt werden.

1.4 Zielsetzung und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Dissertation war es, zunächst die Häufigkeit einer trampolinassozierten Verletzung bei Kindern aus einem Patientenkollektiv der Abteilung für Kinderchirurgie der Universität Würzburg zu ermitteln. Dabei sollten alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede, sowie der Unfallhergang Berücksichtigung finden. In einer ausführlichen Darstellung wurden die zugezogenen Verletzungen, sowie deren Therapie veranschaulicht. Zuletzt wurde in einer Gesamtschau ermittelt, ob die Anzahl der trampolinassozierten Verletzungen in den letzten 7 Jahren in Würzburg zugenommen hat.

2. Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Die Daten wurden von der Abteilung für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg zur Verfügung gestellt. Untersucht wurden Patienten, die im Zeitraum von 2004 bis 2014 verletzungsbedingt in der Abteilung für Kinderchirurgie in Würzburg behandelt wurden. Als Primärquelle dienten Arztbriefe, die aus dem SAP-Healthcareinformationssystem entnommen wurden.

2.2 Erhebungsmerkmale

Es wurden die Daten von 4527 Patienten ausgewertet, wovon 128 Patienten auf einem Trampolin verunfallten. Die Beobachtungseinheit von 128 Patienten wurde gemäß folgender Merkmalsausprägungen untersucht:

- Geschlecht
- Alter
- Causa accidens
- Art der Verletzung
- Therapie
- Ambulante/stationäre Behandlung
- Verletzungsfolgen
- Fremdeinwirkung
- Zusammenhänge
- Prognose

2.3 Statistische Analyse

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS-Statistik Version 23. Zunächst wurden Häufigkeiten mit deskriptiven Statistiken graphisch dargestellt. Im weiteren Verlauf wurden die Erhebungsmerkmale, wie in 3.2. aufgeführt, mittels Kontingenzkoeffizient Cramer V verglichen. Ein Kontingenzkoeffizient dient zur Analyse des Zusammenhangs zweier Variablen. Da die Variablen in der vorliegenden Arbeit nominal vorlagen und mehr als zwei Ausprägungen hatten, wurden sie mit Cramer V verglichen. Cramer V basiert auf dem Chi- Quadrat Test. *„Chi Quadrat stellt die Summe der Quadrate der standardisierten Residuen dar, die über alle Felder der Kreuztabelle gebildet wird.“* (41)

Die Formel für die Berechnung lautete:

$$\sqrt{\frac{\chi^2}{n \cdot (R-1)}} = V$$

n: Stichprobenumfang

R: Anzahl der Spalten oder Zeilen, je nachdem welche Zahl kleiner ist

Das Ergebnis der Formel nach Cramers V lag stets zwischen 0 und 1. Die Näherung an 0 bedeutet, dass zwei Variablen nicht korrelieren, das heißt, dass sie in keiner Beziehung stehen. Näherungen an 1 stellen einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Variablen dar.

0,1- 0,3: schwacher Zusammenhang

0,31- 0,5: moderater Zusammenhang

0,51-1: starker Zusammenhang

Um festzustellen ob die Anzahl der Verletzungen in den Jahren 2007-2014 zugenommen haben wurden die Variablen „Zeit“ und „Anzahl der Verletzungen“ analysiert. Hierzu wurden sie zunächst in einem Histogramm dargestellt und mittels Normalverteilungskurven auf Normalverteilung geprüft. Durch die

einfache lineare Regression konnte eine Zukunftsprognose mit der Geradenformel $y = bx + a$ geschätzt werden.

3. Ergebnisse

3.1 Grundgesamtheit

Als Grundgesamtheit standen Daten von 4527 Patienten im Alter von 0 bis 20 Jahren für die Studie zur Verfügung. Diese Patienten wurden im Zeitraum von 2004 bis 2014 in der Abteilung für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg verletzungsbedingt behandelt. Aus dieser Grundgesamtheit wurden 140 Patienten ermittelt, die sich aufgrund eines sprunngerätassoziierten Traumas in Behandlung begeben haben.

3.2 Beobachtungseinheit

Es wurden 140 (3,1%) Unfälle auf einem Sprunngerät beobachtet. Davon ereigneten sich 128 Verletzungen auf einem Trampolin und 12 auf einer Hüpfburg. Letztere fanden im Rahmen vorliegender Arbeit keine Berücksichtigung. Die Beobachtungseinheit umfasste somit 128 (2,8%) Patienten, die sich in der Abteilung für Kinderchirurgie in dem Universitätsklinikum Würzburg mit Verletzungen durch Trampolinspringen vorstellten. Die untersuchten Patienten der Beobachtungseinheit verunfallten ausschließlich im Freizeitbereich und nicht beim Vereinssport. Die im folgenden Fließtext erklärten Erhebungsmerkmale bezogen sich auf die Beobachtungseinheit.

Tabelle 4: Übersicht der Unfallursachen der Beobachtungseinheit

	Häufigkeit= absolute Anzahl	Prozent %
Hüpfburg	12	0,3
Trampolin	128	2,8
Andere Unfallursache	4387	96,9
Gesamt	4527	100,0

3.2.1 Erhebungsmerkmale

3.2.1.1 Geschlecht

65 Patienten der Beobachtungseinheit waren weiblich, was einem Anteil an der Beobachtungseinheit von 50,8 % entspricht. 63 Patienten (49,2 %) waren männlich.

Geschlechterverteilung

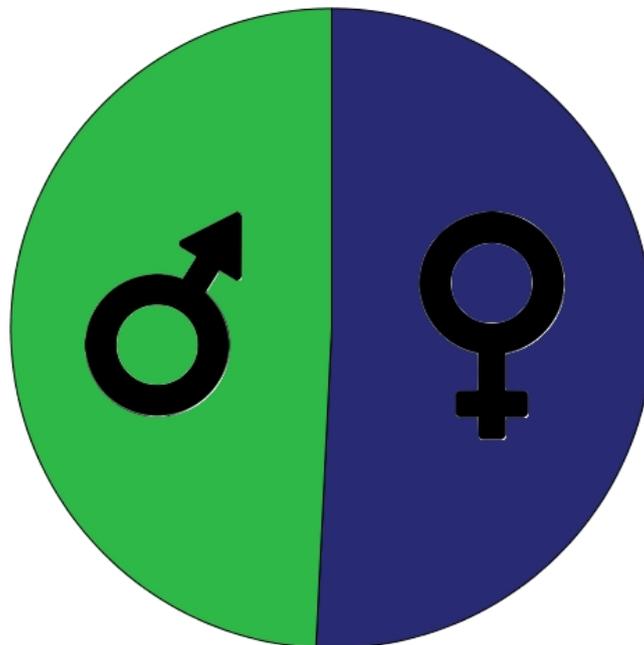


Abbildung 5: Dargestellt ist die Geschlechterverteilung der 128 Patienten mit Trampolin assoziierten Verletzungen, wobei 50,8% weiblich waren (blau dargestellt) und 49,2% männlich (grün dargestellt) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten

3.2.1.2 Alter

Die Altersstruktur der Gesamteinheit lag zwischen 0 und 20 Jahren. Die untersuchten Patienten der Beobachtungseinheit waren zwischen 1 Jahr und 6 Monaten und 15 Jahren und 6 Monaten alt. Das mittlere Alter betrug 7 Jahre und 6 Monate. 6-Jährige verletzten sich mit 14,8 % (absolut 19 Verletzungen) am Häufigsten. 3- und 7-Jährige folgten mit jeweils 13,3% (absolut 17 Verletzungen). Die meisten Kinder verletzten sich im Kindergartenalter, bzw. im frühen Schulalter (bis 7 Jahre). Mit dem 10., 12. und 14. Lebensjahr war ein weiterer Anstieg der Verletzungshäufigkeit zu beobachten.

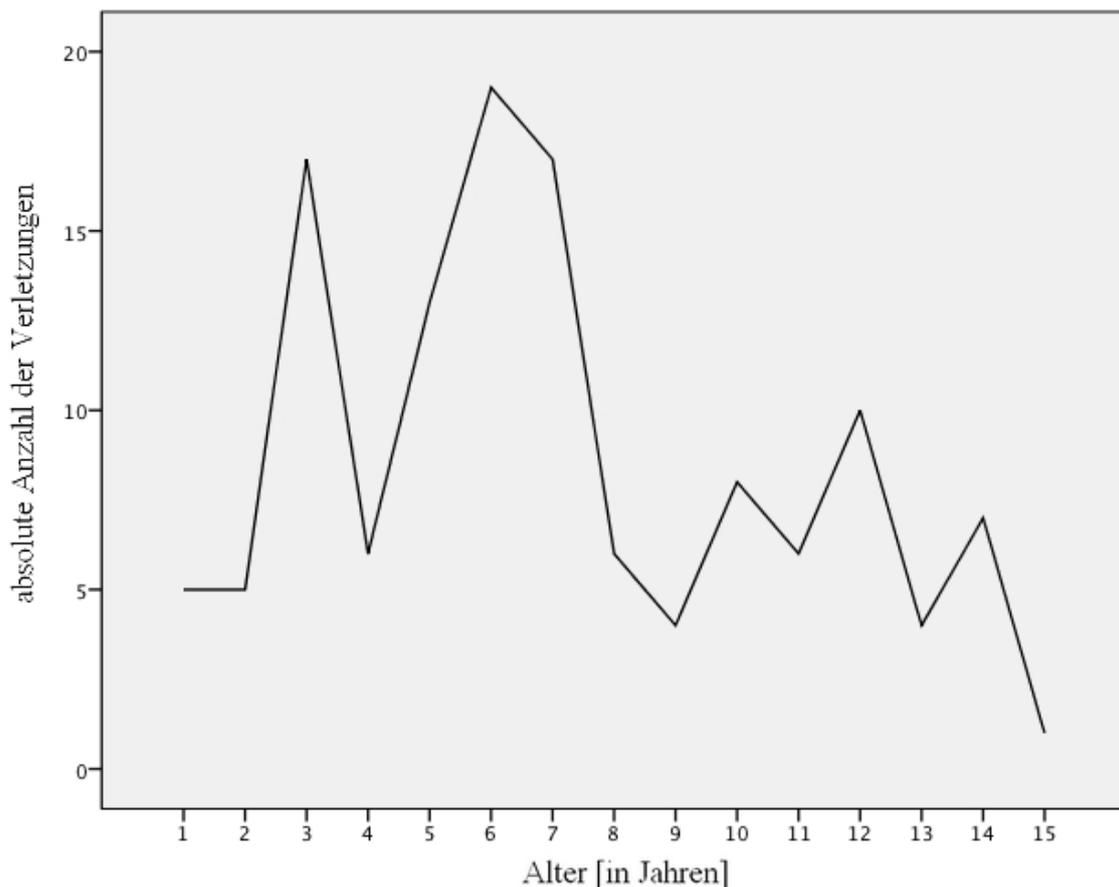


Abbildung 6: Darstellung der Altersstruktur der Beobachtungseinheit in Jahren (x-Achse) zur Verletzungshäufigkeit: absolute Anzahl N (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

3.2.1.3 Causa accidens

Die Unfallursache wurde in mehrere Kategorien unterteilt. Es wurde unterschieden zwischen Verletzungen, die sich die Patienten auf dem Trampolin zugezogen haben und Verletzungen, die auf einen Sturz von dem Trampolin zurückzuführen waren.

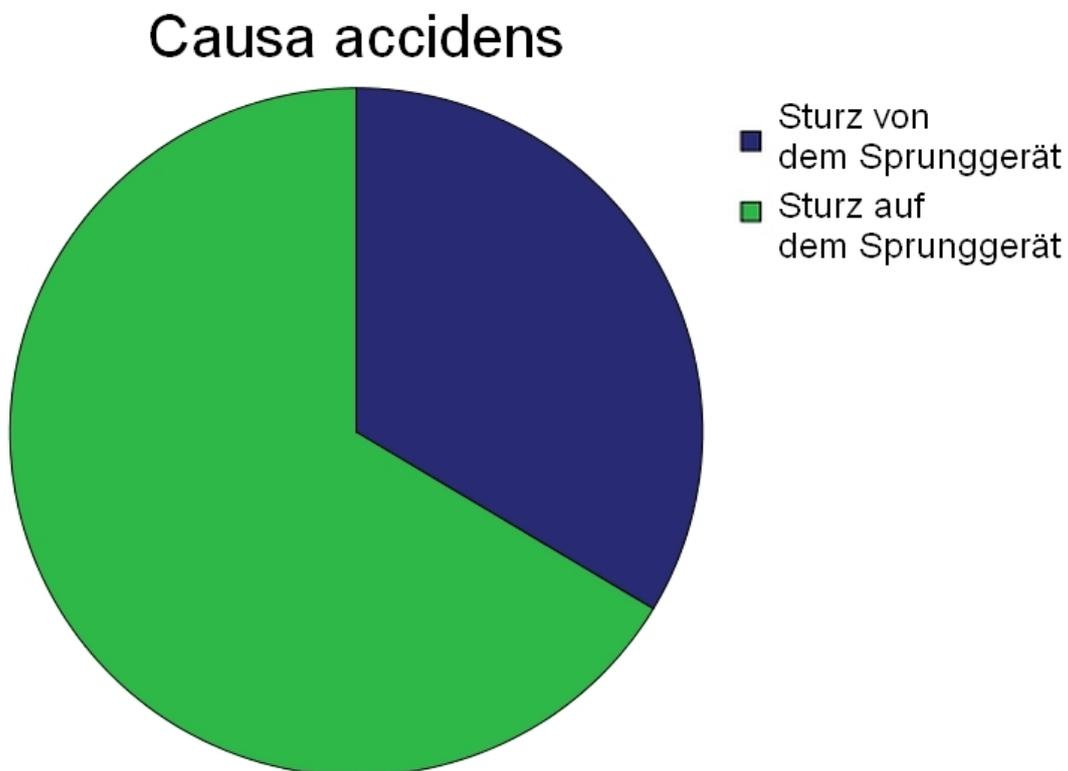


Abbildung 7: Diagramm zur Darstellung der Unfallursachen. Es wurde unterschieden zwischen Stürzen von dem Sprunggerät 33,6% (blau) und auf dem Sprunggerät 66,4% (grün) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten

Verletzungen auf dem Gerät

85 (66,4 %) Stürze ereigneten sich auf dem Trampolin. Wovon bei 73 (85,89%) Patienten der genaue Unfallmechanismus nicht aus den Arztbriefen zu entnehmen war. Von den 85 auf dem Trampolin verunfallten Patienten zogen

sich 5 (5,88%) eine Verletzung zu, indem sie auf den harten Rand des Sportgeräts stürzten. 2 (2,35%) Kinder flogen über einen Ball, der sich zusätzlich auf dem Sprunggerät befand. 2 Patienten (2,35%) verletzten sich durch einen Rückensprung. Fremdeinwirkung war in 2 (2,35%) Fällen die Ursache von Verletzungen. Dem Unfallbericht zufolge sprangen zum Unfallzeitpunkt mehrere Personen gleichzeitig auf dem Trampolin. 1 (1,18%) Kind gab an, sich bei einer Kollision mit der Netzbefestigung verletzt zu haben.

Sturz auf dem Gerät

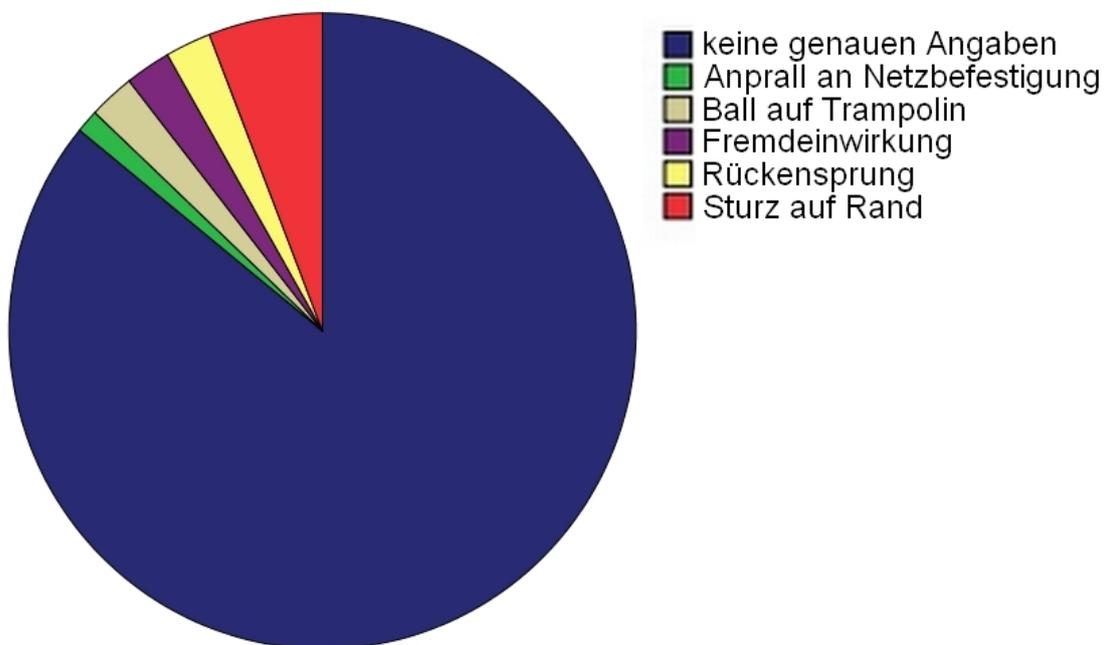


Abbildung 8: Darstellung der Ursachen der Stürze auf dem Trampolin basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten

Verletzungen durch Sturz von dem Gerät

43 (33,6 %) Patienten aus der Beobachtungseinheit, verletzten sich bei einem Sturzereignis von dem Sprunggerät. Bei 37 (86,0%) Patienten ist der genaue Unfallmechanismus von dem Trampolin auf den Boden nicht aus den

Arztbriefen zu entnehmen. 3 (7,1%) Patienten wurden beim gleichzeitigen Springen mit weiteren Personen vom Trampolin gefedert. 1 (2,3%) Kind stürzte von der Einstiegshilfe. 1 Mal (2,3%) ist das Fangnetz zerrissen. Dadurch stürzte das Kind ungehindert vom Trampolin. In einem Fall (2,3%) war das Trampolin in den Boden eingelassen. Das Kind stürzte vom Trampolin auf den Boden.

Sturz von dem Gerät

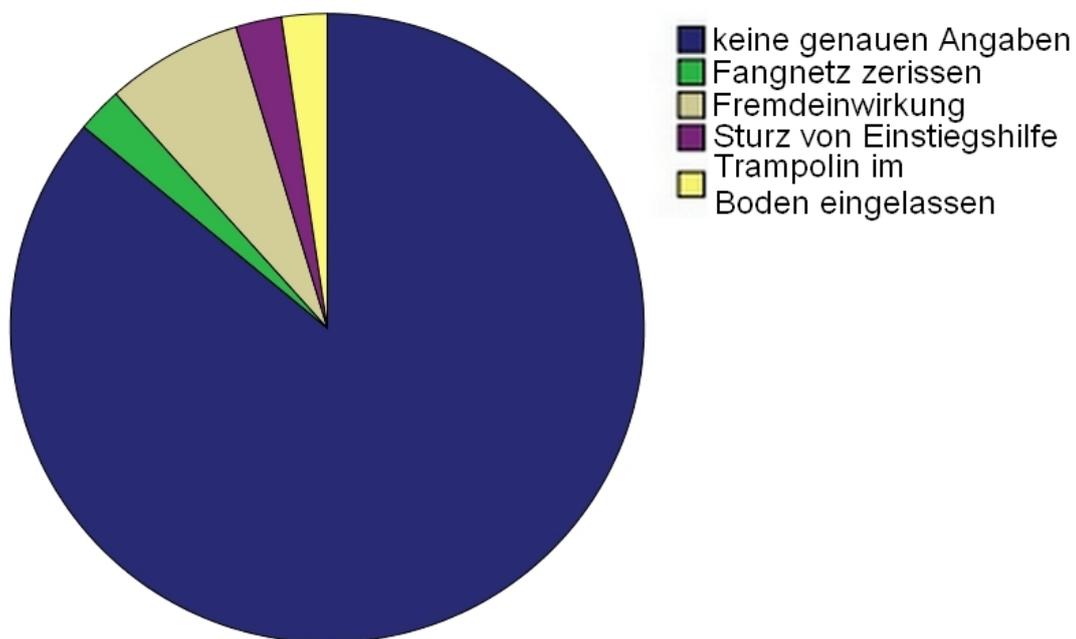


Abbildung 9: Darstellung der Ursachen der Stürze von dem Trampolin basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten

3.2.1.4 Art der Verletzung

49 % (N=63) der Verletzungen betrafen die oberen Extremitäten, 36% (N=46) die unteren und 15% (N= 19) den Kopf oder die Wirbelsäule.

Frakturen

Mit 64,1% (N= 82) waren Frakturen das häufigste Verletzungsmuster, wovon 65,85% die obere Extremität betrafen und 32,9% die untere. 1 Patient (1,25%)

brach sich das Felsenbein. Mit 23,17% (N=19) aller Frakturen war am häufigsten der suprakondyläre Humerus betroffen, jeweils 18,29 % frakturierten die Tibia oder den Unterarm. Frakturen der Zehen, Finger, Unterschenkel, des Felsenbeins, des Femurs, Humerus subcapital, des Olecranon, der proximalen Ulna, des Radiusköpfchens, und des Radiuschafts traten zusätzlich auf.

Schädel-Hirn-Trauma

8 (6,2%) der Kinder erlitten ein Schädel-Hirn-Trauma zweiten Grades (Contusio cerebri). Ein Kind (0,8%) prellte sich den Kopf (Commotio cerebri Grad 1).

Kontusion

5,4% (N= 7) zogen sich eine Kontusion zu. Die Patienten prellten sich unter anderem Knie, Lendenwirbelsäule, Halswirbelsäule, sowie den Unterschenkel.

Kapselband- und Muskel-Verletzungen

Luxation

In 3,9 % (N=5) der Fälle trat eine Luxation auf. 4 Kinder luxierten sich den Ellenbogen, 1 Kind die Patella.

Zerrung

Ein Patient (0,8%) zerrte sich den Quadriceps femoris.

Distorsionen

23 Patienten erlitten ein Distorsionstrauma. 3,9% (N=5) der Kinder der Beobachtungseinheit verdrehten sich die Halswirbelsäule. 9,4 % (N= 12) verstauchten das obere Sprunggelenk.

Gewebetrauma

Offene Wunden kamen zu 0,8% (N= 1) in Form einer Kopfplatzwunde vor.

Verletzungsarten

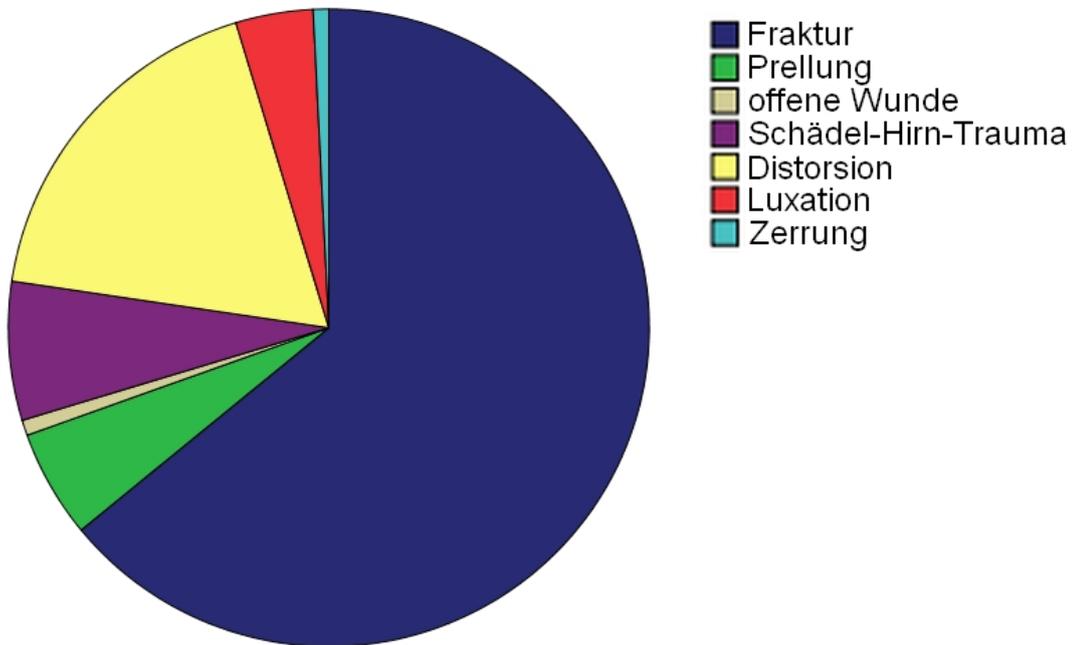


Abbildung 10: Darstellung der Verletzungsarten basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten

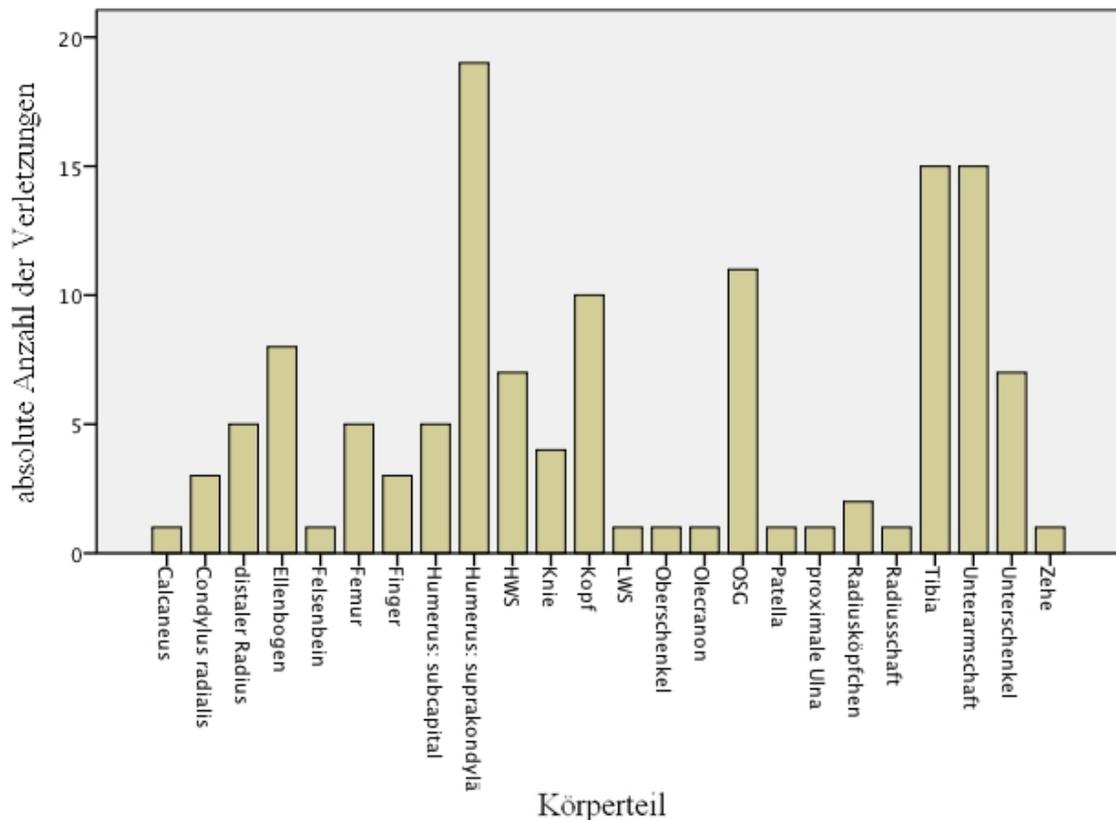


Abbildung 11: Darstellung der verletzten Körperteile (x-Achse) aufgetragen zur Häufigkeit der Verletzung des jeweiligen Körperteils N=absolute Anzahl (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

3.2.1.5 Therapie

56,3% (N= 72) der Patienten wurden konservativ behandelt. 42,9% (N= 55) der Verletzungen mussten operativ versorgt werden. Davon wurden 92,7%(N= 51) geschlossen repositioniert, 7,3% (N= 4) offen. (siehe Abbildung 12) Verletzungen von Kopf und Wirbelsäule wurden konservativ kuriert. Verletzungen der unteren Extremität wurden häufiger konservativ behandelt als operativ. Verletzungen der oberen Extremität wurden häufiger chirurgisch behandelt. (vergleiche Abbildung 13)

Therapie

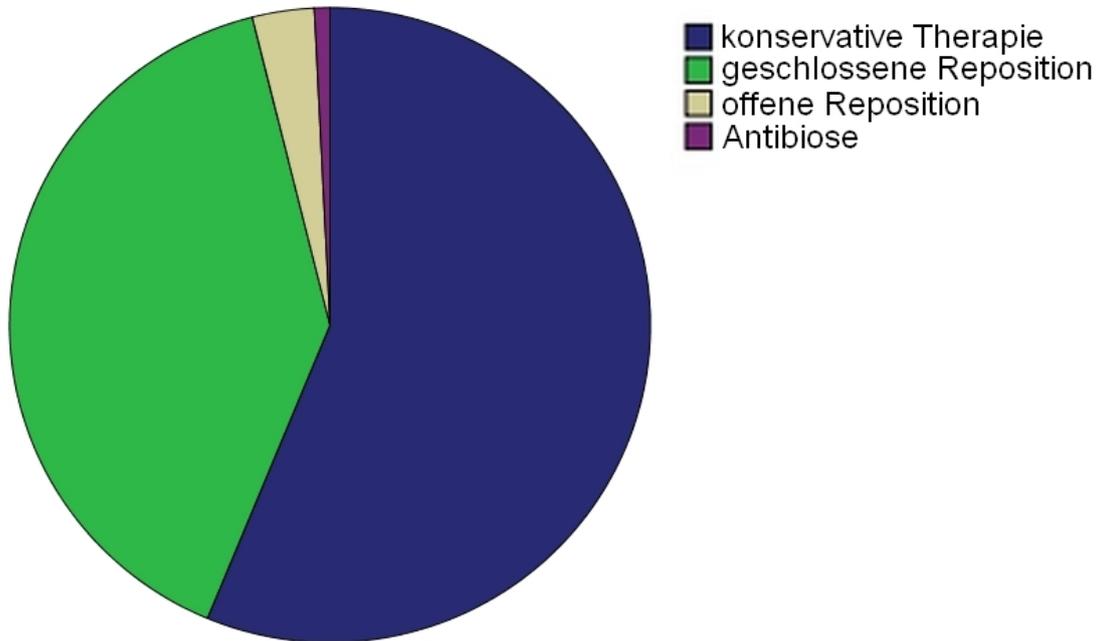


Abbildung 12: Therapie basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten

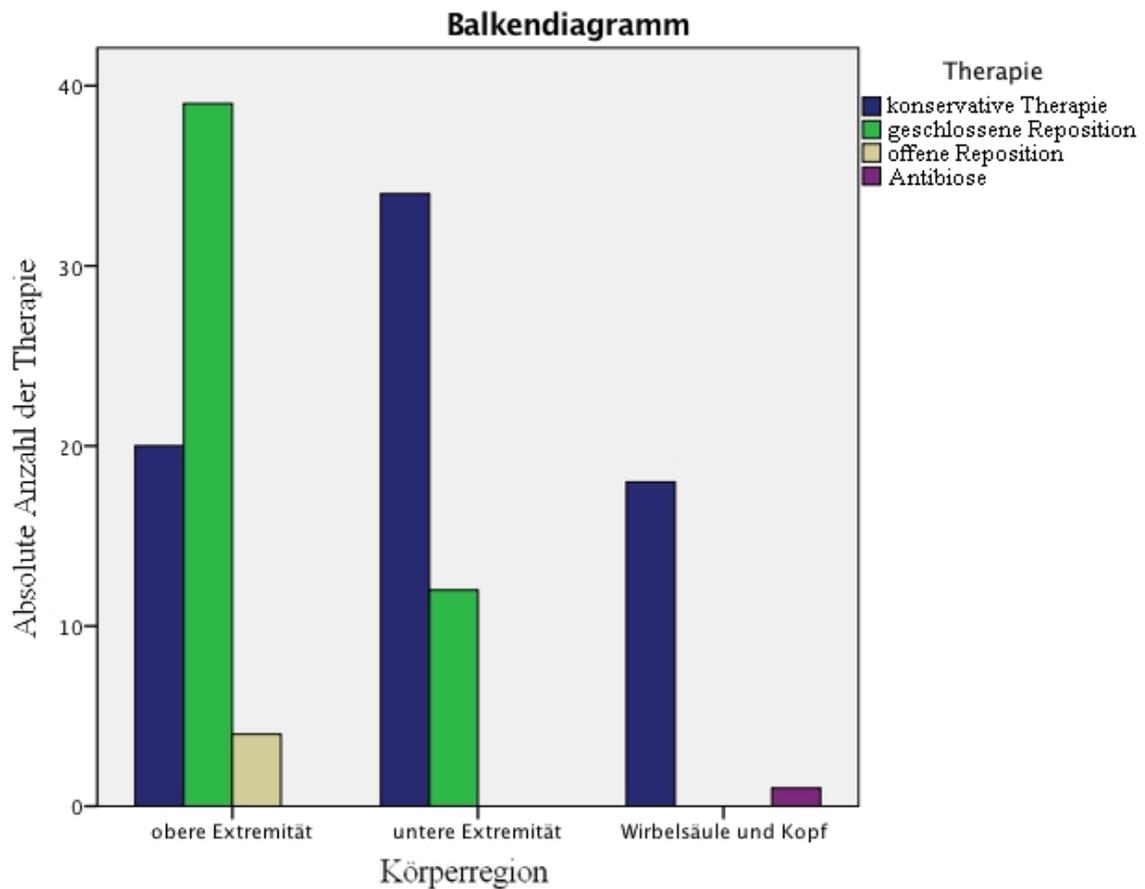


Abbildung 13: Darstellung der Therapie (y-Achse) in Abhängigkeit der Körperregion (x-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

3.2.1.5.1 Therapie verletzungsspezifisch untergliedert

Die Art und der Schweregrad der Verletzungen bestimmen die Therapie. Im folgenden Diagramm Abbildung 14 wurden die Arten der Verletzung zur Therapie aufgetragen veranschaulicht und im Fließtext weiter erläutert.

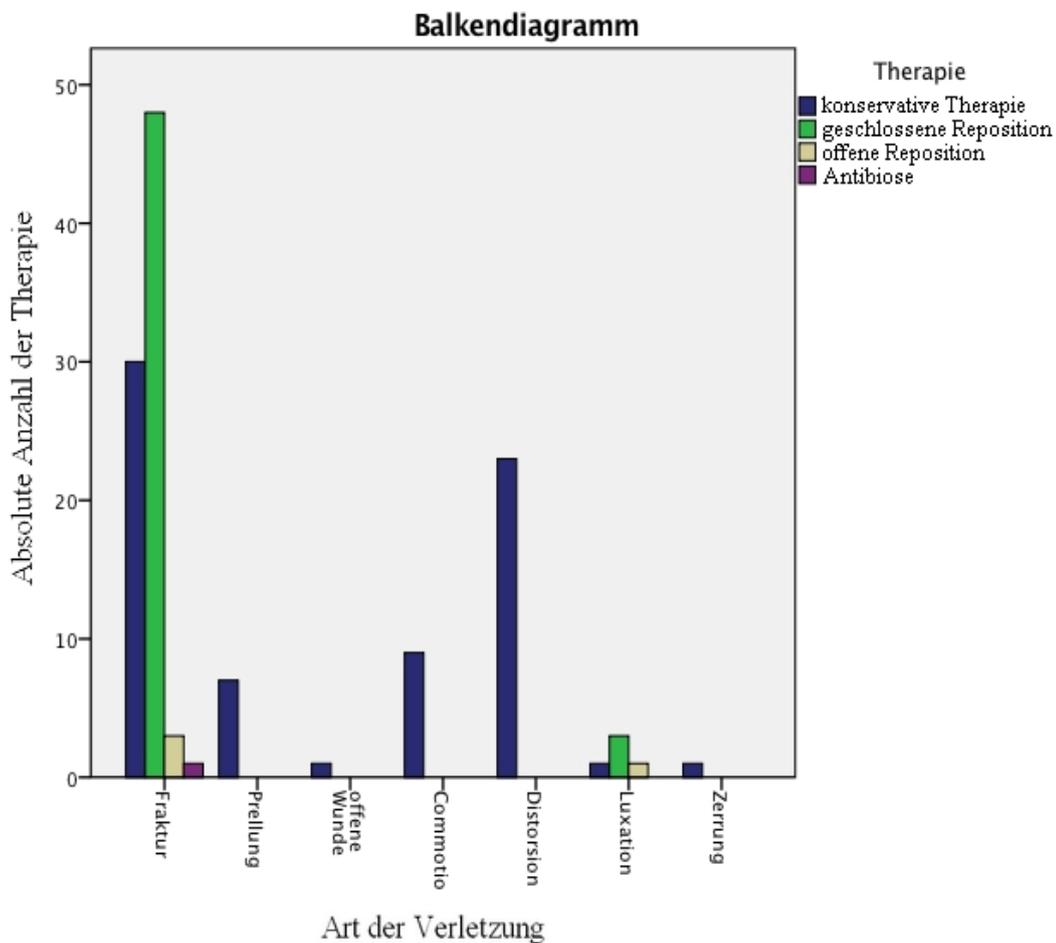


Abbildung 14: Darstellung der Abhängigkeit der Art der Verletzungen (x-Achse) von deren Therapie (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

Frakturen

48 der Frakturen wurden geschlossen repositioniert. Davon mussten 9 nicht zusätzlich mit Osteosynthesematerial fixiert werden. 20 der Frakturen wurden mit Kirschnerdraht reponiert. Bei 16 Patienten erfolgte die Osteosynthese mit Prevotnagel. Einmal wurden sowohl Prevotnagel, als auch Kirschnerdraht zur Reposition verwendet. Zweimal wurde eine Schraube verwendet. 3 der Frakturen wurden offen mit Schrauben repositioniert. Dies war stets die Fraktur des Condylus radialis. 30 Frakturen wurden konservativ behandelt. Die Fraktur des Felsenbeines wurde konservativ unter antibiotischer Abschirmung kuriert.

Schädel-Hirn-Trauma

Das Schädel-Hirn-Trauma wurde konservativ behandelt.

Prellungen

Prellungen wurden konservativ behandelt.

Kapselbandverletzungen

3 der Ellenbogenluxationen wurden geschlossen reponiert und nicht fixiert, eine wurde offen mit Schraube fixiert. Zerrungen und Distorsionen wurden konservativ behandelt.

Gewebetrauma

Die Kopfplatzwunde wurde konservativ behandelt.

3.2.1.6 stationärer Aufenthalt

54 Patienten konnten ambulant versorgt werden. 74 der Patienten wurden stationär aufgenommen, was einem Prozentsatz von 57,8 % entspricht. Die mittlere Aufenthaltsdauer betrug 4 Tage. 57 von 82 Patienten die sich eine Fraktur zugezogen haben mussten stationär behandelt werden. 7 Patienten mit Gehirnerschütterung wurden stationär überwacht.

3.2.1.7 Verheilung und Folgeschäden

Bei 119 Kindern konnten keine Folgeschäden aus den Arztbriefen entnommen werden. 1 Kind hatte nach einer Tibiafraktur ein Kompartmentsyndrom. Bei 2 Kindern wurde nach einer suprakondylären Humerusfraktur ein Streckdefizit diagnostiziert, welches physiotherapeutisch behandelt werden musste. Infolge der Fraktur des suprakondylären Humerus trat in 2 Fällen eine Radialisparese auf. Ein Kind musste aufgrund einer sekundären Dislokation nach einer suprakondylären Humerusfraktur zweimal operiert werden. Ebenso wurde nach einer Ellenbogenluxation eine Bewegungseinschränkung festgestellt. Eine Nervenschädigung war die Konsequenz einer Ellenbogenluxation. Als Folge

einer Unterarmschaftfraktur wurde eine Ostitis diagnostiziert.

3.2.1.8 Fremdeinwirkung

Bei 5 (3,9%) der 128 Patienten konnte aus den Arztbriefen entnommen werden, dass sich die Unfälle ereigneten, während sich weitere Springer auf dem Trampolin befanden. Dabei stürzten 3 Kinder vom Trampolin, 2 auf dem Trampolin. Die zwei Kinder, die sich auf dem Trampolin verletzten, zogen sich jeweils eine Verletzung der unteren Extremität zu. Die 3 Kinder, die hinabstürzten erlitten eine Gehirnerschütterung; eines davon musste auf der Intensivstation medizinisch überwacht werden.

3.2.1.9 Zusammenhang zwischen Unfallhergang und Art der Verletzung

Nach Cramer V besteht ein moderater Zusammenhang mit einer Signifikanz von 0,46 zwischen der Art der Verletzung und des Unfallhergangs.

Frakturen

52 der Frakturen ereigneten sich durch einen Sturz auf dem Trampolin, 30 der Frakturen durch Sturz vom Trampolin.

Schädel-Hirn-Trauma

6 von 9 Patienten mit einer Gehirnerschütterung stürzten vom Trampolin.

Prellungen

6 der 7 Prellungen ereigneten sich auf dem Trampolin.

Kapselbandverletzungen

20 der 23 Distorsionen ereigneten sich auf dem Trampolin.

2 der Luxationen ereigneten sich durch Hinabfallen, 3 auf dem Trampolin.

Gewebetrauma

Das Kind mit der Kopfplatzwunde stürzte vom Trampolin

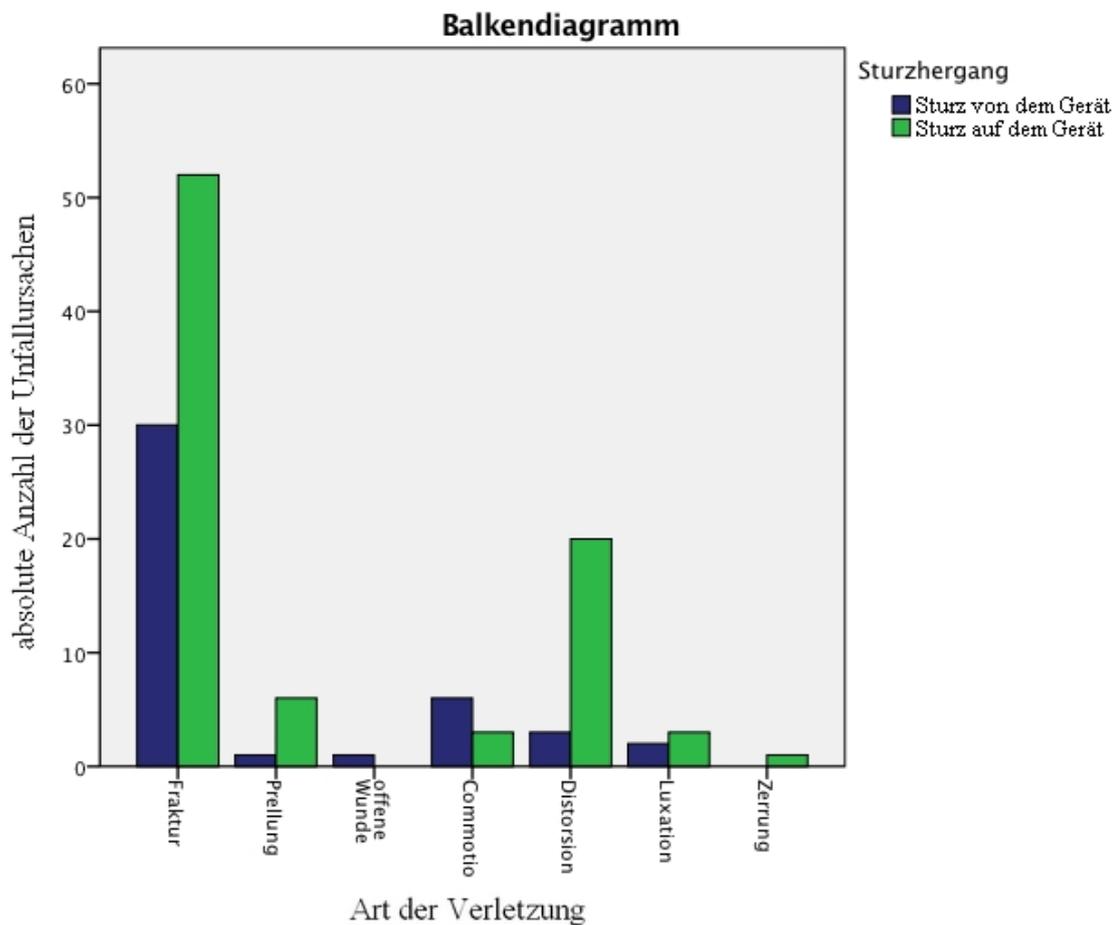


Abbildung 15: Darstellung der Arten der Verletzungen (x-Achse) in Abhängigkeit des Unfallhergangs (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

3.2.1.10 Zusammenhang zwischen Art der Verletzung und Alter

Nach Cramer V besteht ein moderater Zusammenhang (Signifikanz 0,435) zwischen der Art der Verletzung und dem Alter. Frakturen kamen hauptsächlich im Alter zwischen dem 1. und dem 7. Lebensjahr vor. 64,6% der Kinder (absolute Anzahl 53) frakturierten sich ein Körperteil bis zum 7. Lebensjahr. Die Altersstruktur bei Verletzungen anderer Art war ausgeglichen.

3.2.2 Zunahme der Verletzungshäufigkeit in den Jahren 2007-2014

Die Darstellung von linearen Regressionen setzt die Normalverteilung von Variablen voraus. Daher wurden die Variablen Jahr und Anzahl mit dem Programm SPSS auf Normalverteilung geprüft. Wie in Abbildung 16 und Abbildung 17 ersichtlich nähern sich die erhobenen Bereiche an die Normalverteilungskurve an. Daher war von einer Normalverteilung auszugehen.

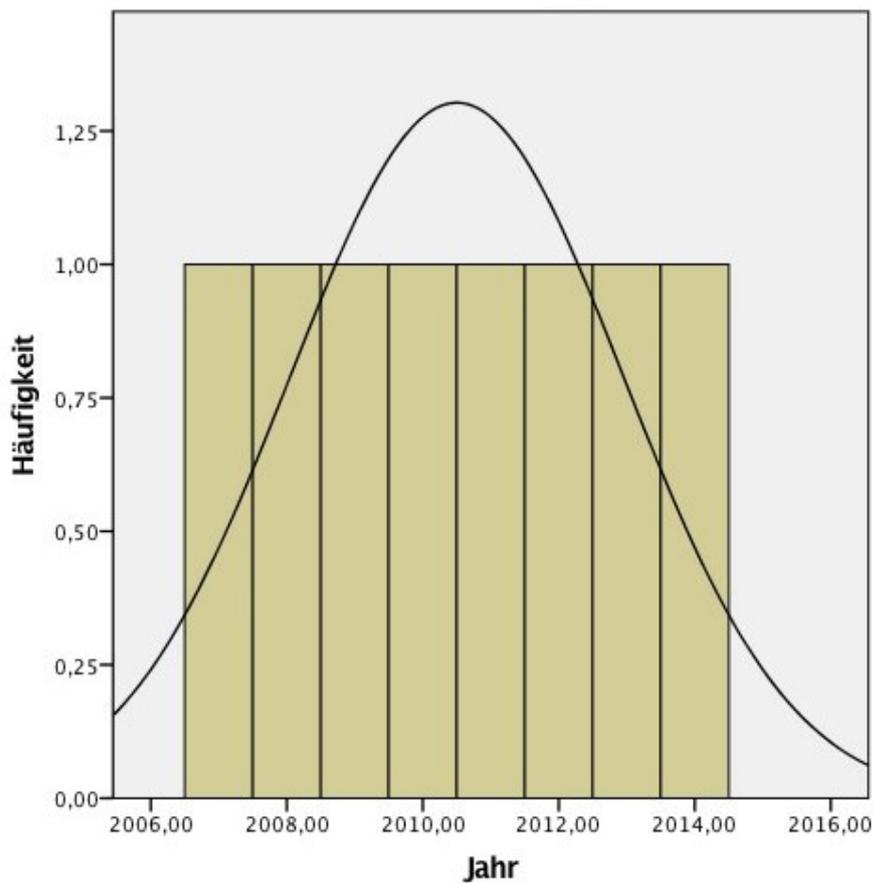


Abbildung 16 : Normalverteilungskurve: Überprüfung der Normalverteilung der Variablen Jahr basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

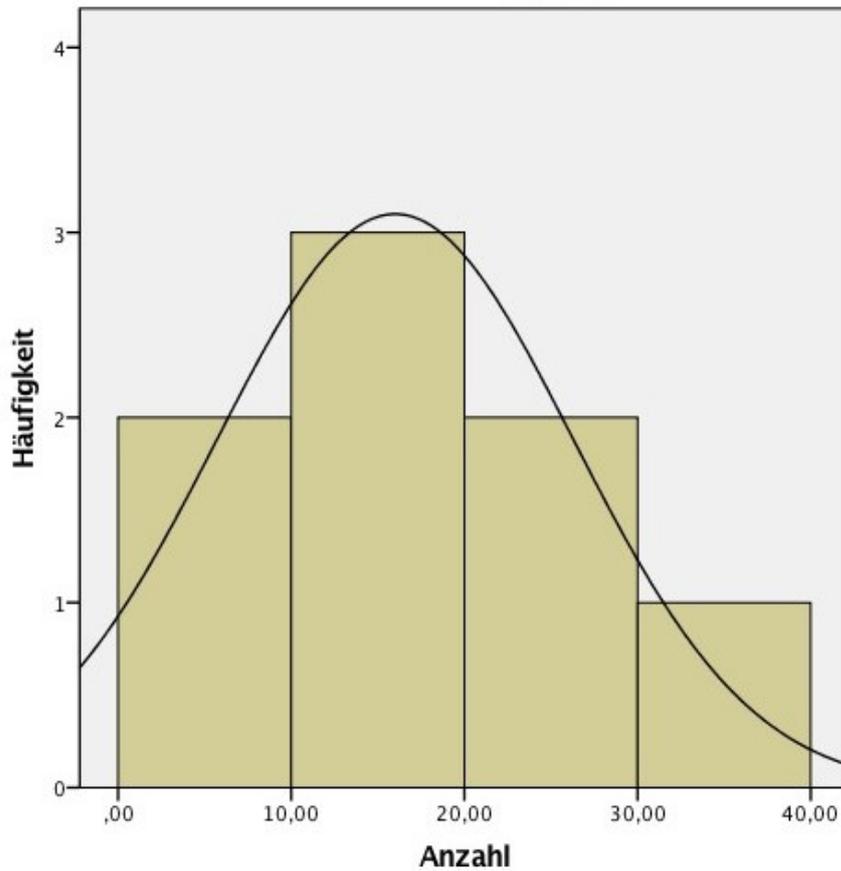


Abbildung 17: Normalverteilungskurve: Überprüfung der Normalverteilung der Variablen Anzahl basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

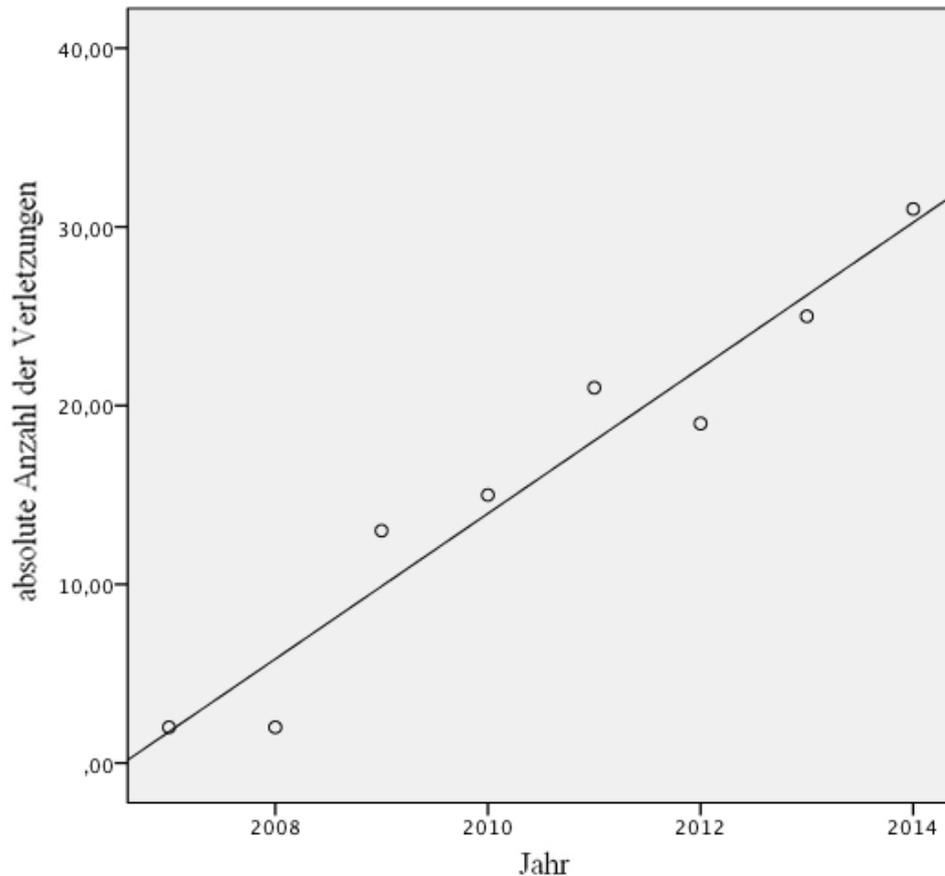


Abbildung 18: Graphik zur Darstellung der Anzahl der Verletzungen (y-Achse) pro Jahr (x-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

Die Variablen Jahre und Anzahl der Verletzungen wurden in einer linearen Graphik (siehe Abbildung 18) veranschaulicht. Zur Geraden lieferte SPSS die entsprechende Geradengleichung:

$$y = -8,17E^3 + 4,07 * x$$

y = Anzahl

x = Jahr

Für das Jahr 2015 ließ sich über die Formel ein Wert für t schätzen. Dieser war um 0,05 größer als der Wert für 2014. Somit war prognostisch zu sagen, dass man im Jahr 2015 mit einem weiteren Anstieg der Anzahl der Verletzungen ausgehen könnte. SPSS lieferte zusätzlich einen Wert von 0,65722 als Standardfehler. Der errechnete Wert kann somit um diesen Fehler abweichen.

Nachdem Jahre und Anzahl der Verletzungen in einer linearen Graphik veranschaulicht wurden, konnte durch das Programm SPSS der Wert R Quadrat als Bestimmtheitsmaß ermittelt werden. Dadurch wurde erklärt, wie die abhängige Variable Jahr durch den Prädiktor bestimmt werden konnte. Mit R Quadrat = 93,8 % konnte ein relativ konstanter Anstieg der Anzahl der Verletzungen im Zeitintervall 2007- 2014 belegt werden, dieser wurde in folgender Abbildung 19 dargestellt.

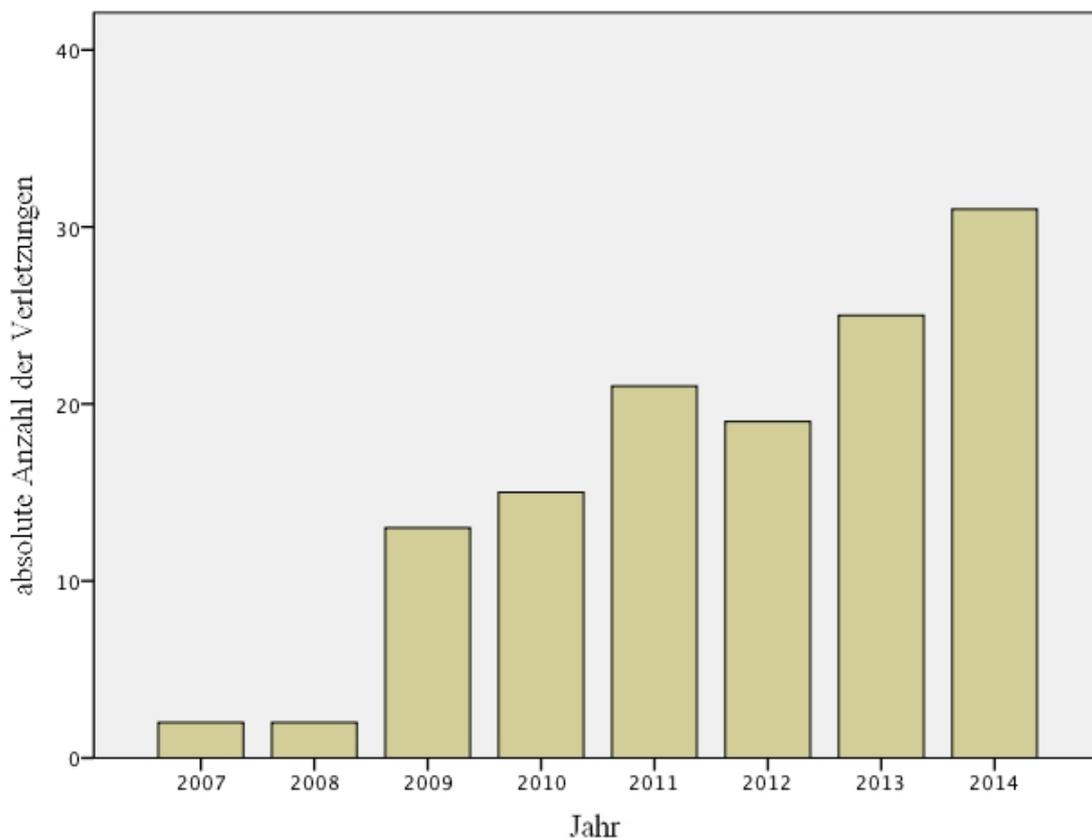


Abbildung 19: Darstellung des Anstieges der Verletzungshäufigkeit (y-Achse) von 2007-2014 (x-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS

4. Diskussion

Von 4527 Patienten, die in der kinderchirurgischen Abteilung der Universität Würzburg aufgrund eines Traumas behandelt wurden, verletzten sich 128 Patienten durch das Trampolin springen. Ziel dieser Arbeit war es die Häufigkeit von trampolinassoziierten Verletzungen darzustellen und die Zunahme von 2007- 2014 zu belegen. Im Folgenden wurden die im Ergebnisteil bereits erklärten Parameter diskutiert.

Ein signifikanter Unterschied in der Verletzungshäufigkeit zwischen Mädchen und Jungen konnte nicht festgestellt werden. Mit einer Differenz von 1,6% verletzten sich Mädchen häufiger als Jungen. Gestützt wird dies durch Studien der letzten Jahre wie zum Beispiel von Shankar *et al.*, die eine ähnliche Beobachtung machten. (42) Die These von Niethart *et al.*, (14) dass Jungen aufgrund einer erhöhten Risikobereitschaft, größeren Körpermasse und einer ausgeprägteren Grobmotorik, häufiger Verletzungen erleiden als Mädchen, kann somit nicht bestätigt werden.

Es fiel auf, dass sich Kinder im Kindergarten- und frühen Schulkindalter bis zu 7 Jahren am Häufigsten verletzten. Zum einen mag dies auf eine weniger stark entwickelte Koordinationsfähigkeit in dieser Altersgruppe zurück zu führen sein, zum anderen auf eine fehlerhafte Einschätzung von Gefahrensituationen und somit einer verzögerten oder mangelhaften Einleitung von Schutzmechanismen, welche einen Sturz oder eine Verletzung verhindern könnten. (14) (43) (44) Mit 12 Jahren nahm die Anzahl der Verletzungen erneut zu. Mit Einsetzen der puberalen Wachstumsschübe führt ein veränderter Körperschwerpunkt zu koordinativen Schwächen, sowie zu einer verringerten Körperspannung, als Folge der dem Körperwachstum hinterherhinkenden Entwicklung der Muskelmasse, und somit zu einem erhöhten Verletzungsrisiko in der Pubertät. (45)

Sandler *et al.* analysierten bereits 2011 trampolinassoziierte Verletzungen im Kindesalter. Zu dieser Zeit überwogen die Verletzungen durch Sturz vom

Trampolin. (1) Die Ergebnisse der eigenen Studie, welche ergab, dass 66,4% der Verletzungen auf Stürze auf dem Trampolin zurück zu führen waren, lassen vermuten, dass die Sicherheitsvorkehrungen, z.B. in Form von Fangnetzen, in den letzten Jahren deutlich zunahmen. In Zukunft sollte der Focus auf die Prävention von Verletzungen auf dem Gerät gelegt werden, zum Beispiel durch zusätzliche Sicherheitsvorkehrung, in Form einer besseren Polsterung des Rahmens und der Netzbefestigung. (1) Die bereits in Abschnitt 1.1.2 angesprochenen Trampoline deren Sprungtuch über Fiberglasstäbe, anstelle von Metallfedern, außerhalb der Sprungfläche befestigt sind, stellen ein verringertes Verletzungsrisiko dar, was sich mit der Anzahl von 5 Verletzungen, aufgrund von Stürzen im Bereich der Sprungfedern, argumentieren lässt. Studien, welche die Unterschiede zwischen Trampolinen mit metallischen Sprungfedern und Trampolinen mit ‚sof-egde‘ Systemen herausarbeiten und dabei ein besonderes Augenmerk auch auf die unterschiedlichen Federeigenschaften legen, liegen zum Zeitpunkt der Dissertation noch nicht vor. Des Weiteren könnten Verhaltensregeln, die das Ausüben von Kunststücken untersagen und die Verwendung von Spielgeräten auf dem Trampolin verbieten, das Verletzungsrisiko minimieren. Trotz eines prozentualen Rückgangs, im Vergleich zur Studie von Sandler *et al.*, stürzten 33,6 % der Kinder von dem Trampolin. Daraus lässt sich schließen, dass das Unfallgerät nicht mit einem funktionstüchtigen Fangnetz ausgestattet war. Die Mehrheit dieser Patienten hätte sich somit durch angemessene Schutzvorrichtungen womöglich nicht verletzt. Insbesondere die schweren Kopfverletzungen wie das Schädel-Hirn-Trauma oder die Fraktur des Felsenbeines, die durch den Sturz vom Trampolin auftraten, hätten verhindert werden können. Die Aufmerksamkeit sollte neben dem eigentlichen Vorhandensein eines Fangnetzes auf dessen Funktionalität liegen, zumal ein Kind aufgrund eines reißen Sicherheitsnetzes ungehindert auf dem Boden aufschlug. Weiche, das Trampolin umgebende Böden oder Matten, könnten in so einem Fall das Verletzungsrisiko verringern.

Mit 49% überwogen die Verletzungen der oberen Extremität und stützen die

Ergebnisse in bereits erwähnter Studie von Sandler *et al.* (1) Frakturen waren das häufigste Verletzungsmuster. Die Fraktur des suprakondylären Humerus dominierte im Rahmen dieser Studie. Zu Grunde liegt diesem Verletzungsmuster zum einen der kindliche Schutzmechanismus, welcher in einem Sturz auf den gestreckten Arm resultiert, und zum anderen in der anatomischen Gegebenheit des suprakondylären Humerus, der mit dem geringsten Durchmesser im Gelenk eine erhöhte Bruchanfälligkeit aufweist. (46) Diese Art von Verletzung musste in den meisten Fällen operativ versorgt und fixiert werden und war zudem die häufigste Ursache von Folgeschäden: Neben Bewegungsdefiziten der betroffenen Arme, führte die Fraktur in zwei Fällen zu einer Radialisparese, die neurolytisch versorgt werden musste. Bei dieser Form der Nerv Verletzung können die betroffene Hand und die Finger nicht gestreckt werden. An zweiter Stelle mit den häufigsten Folgeschäden steht die Ellenbogenluxation: Sie führte ebenso zu Nervschädigungen und Bewegungseinschränkungen und musste stets operativ versorgt werden.

Im Gegensatz zu den dominierenden kindlichen Verletzungen der oberen Extremität konnten *Arora et al.* beim Erwachsenen häufiger Verletzungen der unteren Extremität und der Wirbelsäule feststellen. Diese resultierten in den meisten Fällen aus schwierigen Sprungmanövern. Im Gegensatz zu Kindern versuchen Erwachsene beim Sturz verstärkt ihr Gleichgewicht mit den Beinen zu halten und auszugleichen, woraus die oben genannten Verletzungen resultieren könnten. Zudem kann eine ausgeprägtere Armmuskulatur, Stürze abfedern und vor etwaigen Frakturen schützen. (47)

Auffällig war, dass sich Kleinkinder eine eher untypische Fraktur der proximalen Tibia zuzogen. Im Fachjargon wird diese als ‚Trampolinfraktur‘ bezeichnet. Erstaunlich ist, dass sich diese Fraktur in den meisten Fällen nicht durch einen Sturz ereignet. (48) In einem Artikel von Boyer *et al.* wurden die Frakturmechanismen bereits genau dargelegt. Durch die Knieflexion wird der Quadriceps femoris während der Landung eines Sprunges reflexartig kontrahiert und die Krafteinwirkung des entgegenschnellenden Trampolinnetzes auf die proximale Tibia übertragen, welche dieser nicht standhält. (siehe Abbildung 20) Eine andere Ursache kann die plötzliche Starke Kontraktion des

Muskels, welcher das Bein beim Absprung fixiert, sein. (48) (49) (50) (51) Dieser Mechanismus wird durch das gleichzeitige, asynchrone Springen einer zweiten, schwereren Person verstärkt. (52) 4 von 6 dieser Frakturen ereigneten sich in der vorliegenden Arbeit im Alter zwischen 2 und 5 Jahren. Zweimal frakturierte die proximale Tibia während sich ein weiteres Kind auf dem Trampolin befand. Eines dieser beiden verletzten Kinder war 2 Jahre und 6 Monate, das andere war 3 Jahre und 3 Monate alt. Das Alter und Gewicht der weiteren beteiligten Personen war nicht bekannt. In einer Studie von Arkink *et al.* frakturierte bei einer 6-Jährigen die Tibia sogar bilateral, sowohl im linken als auch im rechten Bein, während des Springens mit einem Erwachsenen. (53)

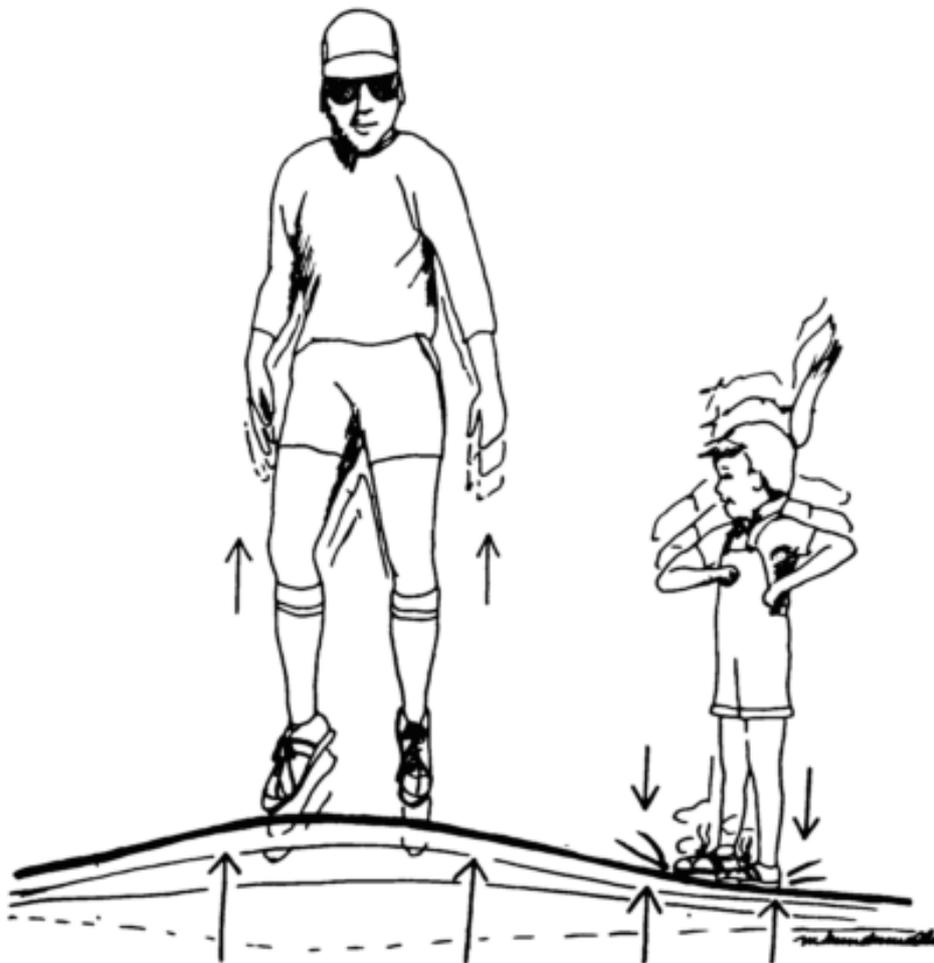


Abbildung 20: Mechanismus zur Entstehung von trampolinspezifischen Frakturen der proximalen Tibia. Bild aus dem Artikel von Boyer *et al.* ‚Trampoline fracture of the proximal tibia in children‘ (48)

Abgesehen von den Verletzungen der Extremitäten erlitten 15 Prozent der Patienten eine Verletzung der Halswirbelsäule oder des Kopfes. Diese Verletzungen können schwere Folgen für das Kind haben. Im Rahmen dieser Studie traten nach zuletzt genannten Verletzungen keine Folgeschäden auf. In einer Publikation des Jahres 2000 wurden Querschnittslähmung oder sogar tödlich Folgen einer Trampolinverletzung des Kopfes und der Wirbelsäule dokumentiert. (54) Auch neurologische Einschränkungen aufgrund einer Gehirnerschütterung müssen Berücksichtigung finden.

Die Mehrheit der Patienten musste stationär aufgenommen und behandelt werden. 43% der Patienten wurden chirurgisch versorgt. Nicht nur die stationäre Aufnahme, die chirurgischen Behandlungsmaßnahmen, die psychische, sowie physische Belastung des Kindes, sondern auch die möglichen Folgeschäden sprechen für eine erhöhte Gefahr für schwerwiegende Verletzungen, die vom Trampolinspringen ausgehen.

3,9% der Verletzungen ereigneten sich, während mehrere Kinder auf dem Trampolin sprangen. Unvollständige Daten in den Arztbriefen des Programmes SAP lassen vermuten, dass weitaus mehr Kinder durch Fremdeinwirkung verunfallten. Es ist wissenschaftlich belegt, dass das Verletzungsrisiko während des Springens deutlich erhöht ist, sobald sich mehrere Springer auf dem Trampolin befinden. (1) Bereits im Jahr 1999 beobachteten Furnival *et al.*, dass sich 156 von 187 Patienten auf dem Trampolin verletzen, während eine weitere Person mitsprang. (55) Auch eine Studie aus Norwegen belegt diese Ergebnisse. (56) Neben Kollisionen sind häufig unterschiedliche Massenverhältnisse der Springer für Verletzungen verantwortlich. 2011 untersuchten Menelaws *et al.* die Wirkung biomechanischer Kräfte während mehrere Springer mit unterschiedlichem Gewicht das Trampolin nutzten. Vor allem bei asynchronem Springen steigt aufgrund eines Energietransfers von der Person mit dem höheren Gewicht auf die Person mit dem geringeren Gewicht, die Verletzungsgefahr, hauptsächlich zu Ungunsten der leichteren Person. (57) Neben der bereits erwähnten Stauchung der Tibia bei dem gleichzeitigen

Springen zweier Personen unterschiedlichen Gewichts, besteht insbesondere bei Kindern mit unterschiedlicher Größe und Masse die Gefahr, dass das leichtere Kind in die Luft gefedert wird und sich bei unkontrollierter Landung verletzt. (58) So zogen sich 3 Kinder eine Gehirnerschütterung zu, indem sie von einem weiteren Kind vom Trampolin auf den Boden gefedert wurden. Eines verletzte sich dabei so schwer, dass es auf einer Intensivstation medizinisch überwacht werden musste.

Der Trend zum Trampolinspringen mag durch die Aufnahme des Trampolinspringens als olympische Disziplin zugenommen haben. Mit der Entwicklung und Verfügbarkeit von Trampolinen für den Haushalt und der erhöhten Nachfrage ist auch die Verletzungshäufigkeit angestiegen. In Würzburg konnten im Zeitraum 2007-2014 128 Verletzungen beim Springen diagnostiziert werden. Dabei nahm die Häufigkeit von 2007 bis 2014 zu, wobei mit einem weiteren Anstieg der Verletzungen in den nächsten Jahren zu rechnen ist. Im Vergleich hierzu dient die Analyse von Verletzungen durch Trampolinspringen von M Königshausen *et al.* . In dieser Publikation wurden die Verletzungshäufigkeiten über einen Zeitraum von knapp 14 Jahren untersucht und 195 Verletzungen zusammengetragen. (59) In der Hälfte der Zeit konnten in dieser Arbeit mit 128 Verletzungen im Schnitt weitaus mehr Verletzungen verzeichnet werden. Die Anzahl der Grundgesamtheit war in der Arbeit von M. Königshausen nicht angegeben.

Prävention von Verletzungen

„Prävention ist das Führen des Kindes in die Autonomie“ (19). Lutz und Laer haben in ihrem Buch *„Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter“*, die Prävention von Verletzungen im Kindesalter diskutiert und verschiedene Ansätze berücksichtigt. Man soll den Kindern *„(...) die Chance geben, selbständig und souverän mit ihrer Umwelt und deren Gefahren umzugehen.“* (19) Hierzu sind Eltern Lehrer und Wegweiser, die den Kindern zum einen den Umgang mit Gefahrensituationen beibringen und zum anderen müssen Eltern selbst die Verantwortung für ihre Kinder tragen und diese stets beaufsichtigen.

Dies kann nur nach einer Aufklärung des Erziehungsberechtigten über die Gefahren durch das Trampolinspringen aber auch über die korrekte Nutzung erfolgen.

Als Voraussetzung für die Anschaffung eines Trampolins sollten Nutzer auf die Gefahren hingewiesen werden. Dies kann zum einen durch Sicherheitshinweise und Verhaltensregeln in Gebrauchsanweisungen, als auch über die Sensibilisierung durch die öffentlichen Medien geschehen. Durch Beaufsichtigung eines geschulten Trainers in speziellen Einrichtungen, wie im Vereinssport, könnten Bewegungsabläufe und Sprungsequenzen geübt, die Muskulatur gestärkt, Reaktion, sowie das Gleichgewicht trainiert und auf ein angemessenes Verhalten während des Springens hingewiesen werden, um mehr Sicherheit auf dem Trampolin zu erlangen. Parallel dazu ist die fachmännische Beratung durch einen Sportmediziner sinnvoll. Dieser Ansatz wurde bereits von M. Königshausen diskutiert. (59) Eine Altersbeschränkung könnte Verletzungen und deren teils schwerwiegende Folgeschäden insbesondere bei Kleinkindern verhindern. Des Weiteren sollte bei der Nutzung ein gewisses Maß an koordinativer und feinmotorischer Fähigkeit vorhanden sein, um in kritischen Situationen Gefahrenpotentiale richtig einzuschätzen und auf diese reagieren zu können. Als Richtlinie zur Bestimmung der Feinmotorik kann das in der zweiten Klasse erlernende Schreibschriftschreiben hinzugezogen werden; das Trampolinspringen wird somit vorher nicht empfohlen. Aufsichtspersonen könnten zudem in Gefahrensituationen eingreifen und das Springen von Kindern überwachen. Außerdem sollte das gleichzeitige Springen mehrerer Kinder aus den oben genannten Gründen untersagt sein und schwierige Übungen, wie Salti nur im Profisport durchgeführt werden; Gegenstände wie Bälle oder Seile haben sich während des Springens nicht auf dem Trampolin zu befinden.

Sicherheitsvorkehrungen könnten das Verletzungsrisiko signifikant verringern. Fangnetze hätten in der vorliegenden Arbeit 33,6 % der Verletzungen durch Stürze auf den Boden verhindern können. Zudem wird von der Stiftung

Warentest empfohlen das Trampolin nicht der winterlichen Witterung auszusetzen und Sicherheitsvorkehrungen regelmäßig auf Ihre Funktionalität und Verschleiß zu prüfen und gegebenenfalls durch neue zu ersetzen. Da sich die Mehrheit der Verletzungen im Rahmen dieser Studie auf dem Trampolin ereigneten sind zusätzliche Randpolsterungen der Federn und Polster für die Stützen des Fangnetzes sinnvoll. Zudem könnte das bereits erwähnte Trampolin mit ‚soft-edge System‘ Verletzungen verringern. Armschoner und Helme könnten auch im Trampolinsport Anwendung finden, wie bereits in erwähnter Studie von Sandler *et al.* vorgeschlagen wurde. (1)

Limitation der Dissertation

Als limitierend erwiesen sich in dieser Arbeit die Arztbriefe aus der Datenbank SAP der Universität Würzburg, aus welchen die Patientendaten entnommen wurden. Teilweise fehlten genaue Informationen zur Unfallursache. Nur in 14% (absolute Anzahl 18) der Fälle war der genaue Unfallmechanismus aus den Arztbriefen zu entnehmen. Weitere Aspekte, die Aufschluss über den BMI, die Risikobereitschaft und motorischen Fähigkeiten des Patienten ergaben, sowie die mögliche gleichzeitige Anwesenheit mehrerer Springer auf dem Trampolin, fanden kaum Berücksichtigung. Zudem war nicht ersichtlich um welche Art von Trampolin es sich handelte und mit welchen Sicherheitsvorkehrungen das Unfallgerät ausgestattet war. Auch die mögliche Anwesenheit einer Aufsichtsperson während des Unfalles ist nicht eindeutig belegt. Zudem verunfallten im Raum Würzburg in den beobachteten Jahren mit großer Wahrscheinlichkeit mehr als 128 Patienten. Lediglich Patienten, die sich im Universitätsklinikum vorstellten konnten registriert und im Rahmen dieser Studie erfasst werden. Von einer weitaus größeren Zahl an Verletzungen ist somit auszugehen.

Statistiken sind häufig eine vereinfachte Veranschaulichung von tatsächlichen Daten und können somit keine präzise Schätzung liefern. (60) Die vorliegende Statistik zur Prognose der Verletzungshäufigkeit in den folgenden Jahren ist somit nur bedingt aussagekräftig. Die Gerade, die sich durch die Variablen Jahr

und Anzahl ergab war lediglich ein interpolierter Mittelwert der jeweiligen Daten und spiegelte die Streuung und geringe Aussagekraft der gegebenen Gleichung wieder. Dies war deutlich zu sehen, da die ermittelten Punktwerte nicht direkt auf der Geraden lagen. Außerdem konnten in dieser Statistik Faktoren, wie zum Beispiel ein zusätzlicher Anstieg der Anzahl an Haushalten mit Trampolinzugang im Jahr 2015, welche die Prognose signifikant beeinflusst hätten, in den Berechnungen keine Berücksichtigung finden.

5. Zusammenfassung

Das Trampolin ist ein Sportgerät, das sowohl die koordinativen Fähigkeiten, die Kondition, als auch die mental-taktische Kompetenz schult. (42) Neben seinem Einsatz im Sport- und Freizeitbereich, ist es insbesondere für kurative Ansätze bei Rehabilitations-Patienten ein wertvolles Trainingselement. In Publikationen wurde empfohlen das Trampolin als Sportgerät zu kategorisieren. Als Spielzeug sollte das Trampolin abgelehnt werden, da die erhöhte Verletzungsgefahr häufig unterschätzt wird. (42) (1) Die vorliegende Studie belegte, dass die Verletzungshäufigkeit durch Trampolinspringen im Raum Würzburg in den letzten 7 Jahren anstieg. Mit einer Progredienz ist den folgenden Jahren zu rechnen. Zudem waren die Verletzungen, die in der vorliegenden Arbeit diskutiert wurden, im Kindesalter häufig schwerwiegend. Frakturen mussten zum Großteil operativ versorgt werden, Gehirnerschütterungen wurden in den meisten Fällen stationär überwacht. Auch Folgeschäden wie Nervläsionen, Bewegungseinschränkungen und das Kompartmentsyndrom wurden diagnostiziert. Die sachgerechte Aufklärung und Einführung durch Spezialisten sollten unbedingt Voraussetzung für die Nutzung des Trampolins sein. Um eine Reduktion der Verletzungshäufigkeit zu erreichen, sollten Verhaltensregeln beachtet und Sicherheitsvorkehrungen angebracht und überprüft werden. Da das wissenschaftliche Gebiet, mit dem sich diese Arbeit befasste, bisher kaum beforscht wurde, sollten in Zukunft weitere Studien zur Darstellung von trampolinspezifischen Verletzungen durchgeführt werden, mit dem Ziel durch Aufklärung der Nutzer, aber auch durch verpflichtende gerätespezifische Verbesserungen der Trampoline durch den Hersteller, eine erhöhte Sicherheit zu erreichen.

6. Literaturverzeichnis

1. **Sandler G., Nguyen L., Lam L., et al.**, Trampoline trauma in children: is it preventable? *Pediatric emergency care*; 2011; Vol. 27(11); S.1052–1056.
2. **Bhattacharya A., McCutcheon E., Shvartz E., et al.**, Body acceleration distribution and O₂ uptake in humans during running and jumping. *Journal of Applied Physiology*; 1980; Vol. 49(5); S. 881-887.
3. **Springfree Trampoline Deutschland™**, Gartentrampolin direkt vom Hersteller Online Kaufen. [Internet]. Available from: <https://www.springfreetrampoline.de/de/index.html>
4. **Eager D., Davidson P.**, Trampoline frame impact attenuation: Padded metal-frame vs soft-edge system. IUTAM Symposium on Impact Biomechanics in Sport. University College Dublin; 2011.
5. **Schulz D.**, Methodik des Trampolinspringens, Teil 1. Hofmann Schorndorf Verlag; 1982. 82 Seiten.
6. **Müller A.**, Therapeutisches Trampolinspringen. Verlag Modernes Lernen, Borgmann KG Dortmund; 2002. 220 Seiten.
7. **Rieder H.**, Lernanalyse bei komplexen sportlichen Bewegungen. Limpert Verlag Bad Homburg; 1982. 215 Seiten.
8. **Stäbler M.**, Bewegung, Spaß und Spiel auf dem Trampolin. Hofmann Schorndorf Verlag; 2006. 232 Seiten. Stäbler M. Bewegung, Spaß und Spiel auf dem Trampolin. 2006.
9. **Hahn J., Seonhae S.**, The effect of modified trampoline training on balance, gait and falls efficacy of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*; 2015; Vol. 27(11); S.3351–2254.
10. **Giagazoglou P., Sidiropoulou M., Mitsiou M., et al.**, Can balance trampoline training promote motor coordination and balance performance in children with developmental coordination disorder? *Research in Developmental Disabilities*; 2015; Vol. 36; S.13–19.
11. **Smith G., Shields B.**, Trampoline-Related Injuries to Children. *Pediatrics*; 2013; Vol.152; S.694–699.
12. **Bethge P.**, Hüpfen, bis der Arzt kommt - DER SPIEGEL 2013; Vol. 37 [Internet]. Available from: <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-111320197.html>
13. **Matussek J.**, Kinderorthopädie. Heidelberg: Springer Verlag; 2013; 145 Seiten.

14. **Niethard F., Carstens C., Döderlein L.**, Kinderorthopädie. Georg Thieme Verlag KG Stuttgart; 1997; 520 Seiten.
15. **Abraham A., Handoll H., Khan T.**, Interventions for treating wrist fractures in children. Cochrane Database of Systematic Reviews. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2008.
16. **Kozhemyakina E., Lassar A., Zelzer E.**, A pathway to bone: signaling molecules and transcription factors involved in chondrocyte development and maturation. *Development (Cambridge, England)*; 2015; Vol. 142; S.817–831.
17. **Lüllmann-Rauch R.**, Taschenlehrbuch Histologie. Thieme; 2009; 694 Seiten.
18. **Shim K.**, Pubertal growth and epiphyseal fusion. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*; 2015; Vol. 20; S. 8.
19. **von Laer L., Kraus R., Linhart W.**, Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. Thieme Stuttgart; 2013. 505 Seiten.
20. **Kamphaus A., Rapp M., Wessel L., et al.**, LiLa-Klassifikation für Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter. *Der Unfallchirurg*; 2015; Vol.118; S. 326–335.
21. **Otto S., H. Wiersbitzky S., Hosten N.**, Frakturen bei Kindern und Jugendlichen. *Radiologie up2date*; New York: Thieme; 2013; S. 257.
22. **Joeris A., Lutz N., Blumenthal A., et al.**, The AO Pediatric Comprehensive Classification of Long Bone Fractures (PCCF) – Part I: *Acta Orthopaedica*; 2016, S.1–10.
23. **Slongo T.**, Development and validation of the new AO Pediatric Comprehensive Classification of Long-Bone Fractures; *Kindertraumatologie*, Springer Verlag Heidelberg; S.41–45.
24. **Foris L., Waseem M.**, Fracture, Salter Harris. *StatPearls*; St. George's University, Lincoln Medical Center; 2017.
25. **Benz-Bohm G.**, Kinderradiologie. Georg Thieme Verlag Stuttgart; 2005; 456 Seiten.
26. **Gresing T.**, Proximale Humerusfraktur beim Kind. Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie, AWMF online; 2016; 5 Seiten.
27. **Marzi T., Parsch F., Spahn S., et al.**, Intraartikuläre Frakturen des distalen Humerus im Kindesalter. Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie, AWMF online; 2015; 13 Seiten.
28. **Fitze G., Schmittenebecher P.**, Unterarmschaftfrakturen im Kindesalter Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie, AWMF online; 2016; 8

Seiten.

29. **Ligier J., Metaizeau J., Prevot J., et al.**, Elastic Stable Intramedullary Pinning of Long Bone Shaft Fractures in Children. *Zeitschrift für Kinderchirurgie*; 1985; Vol. 40; S. 209–212.
30. **Schwenzer N., Ehrenfeld M.**, Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde Chirurgische Grundlagen. 4. Auflage. Thieme Verlag Stuttgart; 393 Seiten.
31. **Engert J.**, Indikation und Anwendung des Fixateur externe im Kindesalter Indication and Management of the Fixateur Externe in Childhood. *Zeitschrift für Kinderchirurgie*; 1982; Vol.36, S.133–137.
32. **Trionfo A., Cavanaugh P., Herman M.**, Pediatric Open Fractures. *Orthopedic Clinics of North America*, Elsevier 2016, Vol.47; S. 565-578
33. **Biberthaler P., Aschenbrenner I.**, Schädel-Hirn-Trauma. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie; 2012; S.1-6.
34. **Sharp D., Jenkins P.**, Concussion is confusing us all. *Practical Neurology*; 2015; Vol.15; S.172–186.
35. **von Schweinitz D., Ure B.**, Kinderchirurgie viszerale und allgemeine Chirurgie des Kindesalters. Springer Verlag; Vol. 17; 776 Seiten.
36. **Childs, Sharon G.**, Cervical Whiplash Syndrome: Hyperextension-Hyperflexion Injury. *National Association of Orthopaedic Nurses (U.S.)*; 2004; Vol. 23; S. 106-110.
37. **Schwenzer N., Ehrenfeld M.**, Zahnärztliche Chirurgie. Thieme Verlag Stuttgart; 2009; 332 Seiten.
38. **Wülker N., Kluba T.; Rehart S.**, Orthopädie und Unfallchirurgie. Thieme Verlag; 2010; 560 Seiten.
39. **Goirigolzarri-Artaza J., Casado-Álvarez R., Benítez-Peyrat J., et al.**, Acute Compartment Syndrome of the Hand After Transradial Catheterization. *Revista Española de Cardiología*; 2017, Vol. 70; S.672-673.
40. **Myland Kaufman D.**, Traumatic Brain Injury. In: *Clinical Neurology for Psychiatrists*. Elsevier; 2007; S. 537.
41. **Allen R.**, *Statistics for Evidence-Based Practice and Evaluation*, Cengage Learning; 368 Seiten.
42. **Shankar A., Williams K., Ryan M.**, Trampoline-related injury in children. *Pediatric emergency care*; 2006; Vol. 22(9); S. 644–646.
43. **Habelt S., Hasler C., Steinbrück K., et al.**, Sport injuries in adolescents. *Orthopedic reviews*; 2011; Vol. 3(2); S. 18.

44. **Kvis M., Kujala U., Heinonen J., et al.**, Originals Sports-Related Injuries in Children. *International Journal of Sports Medicine*; 1989; S. 81-86.
45. **Rauch F.**, The dynamics of bone structure development during pubertal growth. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*; 2012; Vol. 12(1); S.1–6.
46. **Kwok I., Silk Z., Quick T., et al.**, Nerve injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *The Bone and Joint Journal*; 2016; Vol. 98-B; S.851-856.
47. **Arora V., Kimmel L., Yu K., et al.**, Trampoline related injuries in adults. *Injury*; 2016; Vol. 47(1); S.192–196.
48. **Boyer R., Jaffe R., Nixon G., et al.**, Trampoline Fracture of the Proximal Tibia in Children. *American Roentgen Ray Society*;1986; Vol. 146; S. 83-85.
49. **Frey S., Hosalkar H., Cameron D., et al.**, Tibial tuberosity fractures in adolescents. *Journal of children’s orthopaedics*; 2008; Vol. 2; S. 469–474.
50. **Howarth W., Gottschalk H., Hosalkar H.**, Tibial tubercle fractures in children with intra-articular involvement: surgical tips for technical ease. *Journal of children’s orthopaedics*; 2011; Vol. 5(6); S. 465–470.
51. **Williams D., Kahane S., Chou D., et al.**, Bilateral Proximal Tibial Sleeve Fractures in a Child: A Case Report. *Archives of trauma research*; 2015; Vol.4(3); S. 1-3.
52. **Ashby K., Pointer S., Eager D., et al.**, Australian trampoline injury patterns and trends. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*; 2015; Vol. 39(5); S. 491–494.
53. **Arkink E., van der Plas A., Sneep R., et al.**, Bilateral trampoline fracture of the proximal tibia in a child. *Radiology case reports*; 2017; Vol. 12(4); S.798–800.
54. **Brown P., Lee M.**, Trampoline injuries of the cervical spine. *Pediatric Neurosurgery*; 2000; Vol. 32(4); S. 170–175.
55. **Furnival R., Street K., Schunk J.**, Too Many Pediatric Trampoline Injuries. *Pediatrics*; 1999; Vol.103(5); S. 1-6.
56. **Nysted M., Drogset J.**, Trampoline injuries. *British journal of sports medicine*; 2006; Vol. 40(12); S.984–987.
57. **Menelaws S., Drew T., et al.**, Trampoline-related injuries in children: a preliminary biomechanical model of multiple users. *Emergency medicine journal*; 2011; Vol. 28; S. 594-598.
58. **Briskin S., LaBotz M.**, Trampoline Safety in Childhood and Adolescence.

American Academy of Pediatrics; 2012; Vol. 130; S. 774-779.

59. **Königshausen M., Gothner M., Kruppa C., et al.**, Trampoline-Related Injuries in Children An Increasing Problem. Sportverletzung Sportschaden Thieme E Journal; 2014; Vol. 28 S. 69–74.

60. **Wiseman M.**, SPSS Special Topics: Lineare Regression Leibniz Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften; [Internet]. Available from: <https://www.lrz.de/services/schulung/unterlagen/spss/spss-regression/>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: schematische Darstellung der Energieübertragung vom Trampolin auf den Springer	3
Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Röhrenknochens, Epiphysen sind die Gelenkenden des Knochens, Diaphyse ist der Schaft.....	7
Abbildung 3: Schematische Darstellung einer Grünholzfraktur	11
Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Torusfraktur	12
Abbildung 5: Dargestellt ist die Geschlechterverteilung der 128 Patienten mit Trampolin assoziierten Verletzungen, wobei 50,8% weiblich waren (blau dargestellt) und 49,2% männlich (grün dargestellt) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten.....	27
Abbildung 6: Darstellung der Altersstruktur der Beobachtungseinheit in Jahren (x-Achse) zur Verletzungshäufigkeit: absolute Anzahl N (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	28
Abbildung 7: Diagramm zur Darstellung der Unfallursachen. Es wurde unterschieden zwischen Stürzen von dem Sprunggerät 33,6% (blau) und auf dem Sprunggerät 66,4% (grün) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten	29
Abbildung 8: Darstellung der Ursachen der Stürze auf dem Trampolin basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten	30
Abbildung 9: Darstellung der Ursachen der Stürze von dem Trampolin basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten	31
Abbildung 10: Darstellung der Verletzungsarten basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten	33
Abbildung 11: Darstellung der verletzten Körperteile (x-Achse) aufgetragen zur Häufigkeit der Verletzung des jeweiligen Körperteils N=absolute Anzahl (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS.....	34
Abbildung 12: Therapie basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS, Graphik zur Darstellung von Häufigkeiten	35
Abbildung 13: Darstellung der Therapie (y-Achse) in Abhängigkeit der Körperregion (x-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	36

Abbildung 14: Darstellung der Abhängigkeit der Art der Verletzungen (x-Achse) von deren Therapie (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	37
Abbildung 15: Darstellung der Arten der Verletzungen (x-Achse) in Abhängigkeit des Unfallhergangs (y-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	40
Abbildung 16 : Normalverteilungskurve: Überprüfung der Normalverteilung der Variablen Jahr basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	41
Abbildung 17: Normalverteilungskurve: Überprüfung der Normalverteilung der Variablen Anzahl basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	42
Abbildung 18: Graphik zur Darstellung der Anzahl der Verletzungen (y-Achse) pro Jahr (x-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	43
Abbildung 19: Darstellung des Anstieges der Verletzungshäufigkeit (y-Achse) von 2007-2014 (x-Achse) basierend auf der statistischen Auswertung mit dem Programm SPSS	44
Abbildung 20: Mechanismus zur Entstehung von trampolinspezifischen Frakturen der proximalen Tibia. Bild aus dem Artikel von Boyer <i>et al.</i> ‚Trampoline fracture of the proximal tibia in children‘ (48)	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: AO Klassifikation speziell für kindliche Frakturen; Auszug aus dem Buch ‚Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter‘ von Lutz und Laer (19)....	8
Tabelle 2: Einteilung von Epiphysenfugenfrakturen (Salter/Harris) Auszug aus dem Buch ‚Kinderorthopädie‘ von Niethart <i>et al.</i> (14).....	10
Tabelle 3: Einteilung des Schädel-Hirn-Traumas in 3 Grade (34).....	17
Tabelle 4: Übersicht der Unfallursachen der Beobachtungseinheit.....	26

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. Meyer, der es mir ermöglichte eine Dissertation über trampolinassoziierte Verletzungen zu verfassen. Vielen Dank für Ihre Geduld, Zeit und Ihre Ideen und motivierenden Gespräche.

Vielen Dank an Herrn Professor Dr. Schuster für die Übernahme der Position des Korreferenten.

Zudem möchte ich mich bei meiner Familie und meinem Lebensgefährten bedanken, die mich immer unterstützt und in schwierigen Phasen motiviert haben.

Es war der größte Wunsch meines Opas diese Arbeit vollendet in seinen Händen zu halten, leider konnte er nicht mehr in Erfüllung gehen. Opi danke für deine Unterstützung.

Lebenslauf

Name: Sina Cathrin Baierlein

Berufstätigkeit

Oktober 2017-Mai 2019	Vorbereitungsassistentin in der Praxis für Kieferorthopädie von Frau Dr. Cornelia Maier in Mühldorf
Januar 2017-Juni 2017	Vorbereitungsassistentin in der Kinderzahnarztpraxis von Frau Dr. Dagmar Dudy in Rosenheim
Juni 2016-Dezember 2016	Vorbereitungsassistentin in der Kinderzahnarztpraxis von Frau Dr. Irene Aßmann in Würzburg

Universitäre Ausbildung

Juni 2016	Approbation zur Zahnärztin
Oktober 2010 – Juni 2016	Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Schulische Ausbildung

September 2001 – Juni 2010	Ruperti-Gymnasium Mühldorf am Inn Allgemeine Hochschulreife
September 1997-Juli 2001	Grundschule Mühldorf am Inn