

**Empfehlung 08/03-2017 vom 21.11.2017 des
Rettungsdienstausschuss Bayern**

Tourniquets

**Empfehlung von Produktmerkmalen zur Orientierung
bei der Beschaffung**

Empfehlung:

Unter Bezugnahme auf den **Beschluss** des ehemaligen **ÄLRD-Ausschuss Bayern** vom **27.04.2015** zur Klärung der **notwendigen Produktspezifikationen von Tourniquets in der präklinischen Traumaversorgung** gibt die der *Rettungsdienstausschuss Bayern* folgende Empfehlung:

Zusammenfassend lassen sich für die Anforderungen im zivilen Bereich folgende Anforderungen an ein Tourniquet stellen:

- **breit (Dimensionierung nach Zielgruppe – mind. 38 mm?)**
- **leicht und intuitiv anwendbar (Laien Helfer spielen dabei vermutlich keine Rolle; ggf. aber Polizei, Feuerwehr etc.)**
- **weiches, aber robustes und wasserfestes Material mit runden Kanten**
- **hohe Rutschfestigkeit auf nasser/blutiger Haut**
- **fein-adjustierbarer Verschluss (zur Feinkorrektur)**
- **wiederverschließbarer Verschluss/Möglichkeit zum Nachblocken**
- **Möglichkeit zum Monitoring des applizierten Druckes**
- **offenes Ende (zur Anlage bei Einklemmung des Patienten)**

Zielgruppe der Empfehlung:

Die Empfehlung richtet sich an folgende **Personen/Institutionen/Organisationen/Einrichtungen**:

Ärztliche Leitern/Beauftragten Rettungsdienst	X
Arbeitsgemeinschaft der ZRF Bayern	O
Bayerische Krankenhausgesellschaft	O
Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr	O
Durchführende im Rettungsdienst	
• Bergrettung	X
• Landrettung	X
• Luftrettung	X
• Wasserrettung	X
Integrierte Leitstellen	O
Kassenärztliche Vereinigung Bayerns	X
Sozialversicherungsträger	O

Umsetzung der Empfehlung:

Verantwortlichkeit

Bei der Umsetzung der Empfehlung sollte die **verantwortliche Federführung bei den Durchführenden des Rettungsdienstes** liegen, die anhand der formulierten Produktinformationen ein geeignetes Modell identifizieren und zur Vorhaltung beschaffen können.

Prozessschritte und Durchdringungsgrad

Zur Erreichung eines maximalen **Durchdringungsgrades** empfiehlt der RDA im Rahmen der Umsetzung folgendes Procedere:

Schritt 1 (Prozessverantwortlicher: Ärztliche Leiter/Beauftragte Rettungsdienst)

Die *Ärztlichen Leiter/Beauftragten Rettungsdienst* leiten die Empfehlung entsprechend ihrer internen Kommunikationswege weiter und überprüfen die Umsetzung vor Ort.

Schritt 2 (Prozessverantwortlicher: Durchführende des Rettungsdienstes)

Die *Durchführenden des Rettungsdienstes* leiten die Empfehlung entsprechend ihrer internen Kommunikationswege weiter und sorgen für die Umsetzung entsprechend der formulierten Verantwortlichkeit.

Schritt 3 (Prozessverantwortlicher: Kassenärztliche Vereinigung Bayerns)

Die *Kassenärztliche Vereinigung Bayerns* leitet die Empfehlung an die Ärzteschaft ihres Zuständigkeitsbereichs weiter.

Bei der Umsetzung der Empfehlung bestehen Schnittstellen zu folgenden AGs:

Es bestehen keine Schnittstellen zu anderen AGs.

Kalkulierter Aufwand im Rahmen der Umsetzung:

Zum Zeit-, Personal-, Schulungs- und Kostenaufwand werden folgende Einschätzungen gegeben:

Zeitschiene:

Die Empfehlung kann umgehend umgesetzt werden.

Erstbeschaffung

Sachkostenaufwand:

Es entstehen keine Sachkosten, da Tourniquets als Bestandteil des *REBEL Set Bayern* bereits auf den Rettungsmitteln vorgehalten werden.

Personalkostenaufwand:

Es entstehen keine Personalkosten.

Schulung

Sachkostenaufwand:

Erstschulung:

Das Grundprinzip der Anwendung von Tourniquets ist im Rettungsdienst Bayern etabliert und bekannt. Die Handhabung der nach dieser Empfehlung dezentral beschafften Tourniquets hat nach den Vorgaben des Herstellers gemäß der Produktbeschreibung zu erfolgen.

Folgeschulung:

Es entstehen keine Sachkosten für Folgeschulungen.

Personalkostenaufwand:

Erstschulung:

Es entstehen keine Personalkosten für Erstschulungen.

Folgeschulung:

Es entstehen keine Personalkosten für Folgeschulungen.

Laufender Betrieb:

Sachkosten:

Bei Verwendung oder Verlust muss eine Ersatzbeschaffung erfolgen (Einmal-Produkt). Ansonsten entstehen keine Sachkosten im laufenden Betrieb.

Personalkosten:

Es entstehen keine Personalkosten im laufenden Betrieb.

Begründung der Empfehlung:

Einführung:

Der Einsatz von Tourniquets zur Kontrolle massiver Hämorrhagie bei Extremitätenverletzungen hat sich im militärischen Einsatz bewährt. Die geltende Lehrmeinung lautet, dass diese Maßnahme das Verbluten aus Extremitätenverletzungen verhindern kann. Daher wird zumindest unter besonderen Bedingungen (Versorgung unter Beschuss, in der Dunkelheit, bei zeitgleichem Auftreten mehrerer Verletzter und limitierter Ressourcen oder mehrerer betroffener Extremitäten beim selben Patienten) beim US-Militär schon länger ein liberaler Einsatz von Tourniquets gefordert [1].

Nachdem unzureichende Blutungskontrolle auch in Deutschland die häufigste vermeidbare Todesursache darstellt [2], scheint es unausweichlich, Tourniquets als eine mögliche Interventionsmaßnahme zur externen Blutungskontrolle für die prähospitalen Versorgung bereit zu halten. Eine Reihe von Leitlinien empfiehlt auch im zivilen Bereich den Einsatz von Tourniquets [3-5]. Hinzu kommt, dass im Angesicht einer wachsenden Bedrohung durch Terroranschläge auch im zivilen Bereich häufiger mit Explosions-, Schuss- und Stichverletzungen zu rechnen ist. Immer wieder gab es auch Anschläge, z.B. Paris 2016, die mit Kriegswaffen

verübt wurden, so dass mit ähnlichen Verletzungsmustern wie in Kriegsgebieten gerechnet werden muss.

Ob ein Tourniquet erfolgreich eingesetzt werden kann, ist nicht nur von der Lokalisation der Wunde abhängig: Stammnahe Verletzungen sind nämlich meist nur mit speziellen Gerätschaften kontrollierbar [6, 7]. In mehreren Studien konnte auch herausgearbeitet werden, dass die Effektivität von Tourniquets durch deren Design und durch die Erwartungen der Anwender beeinflusst wird [1, 8, 9]. Der Markt bietet eine große Zahl verschieden Tourniquets an, die z. T. auf sehr unterschiedlichen technischen Prinzipien aufbauen.

Das Ziel der hier vorliegenden Bewertung ist es, die Anforderungen an das ideale Tourniquet zusammenzustellen.

Material/Methodik/Vorgehensweise:

Unsystematische Literaturrecherche in Pubmed (Stand 10.10.2017).

Verwendete Suchbegriffe:

- "Tourniquets"[Mesh]
- *Prehospital*
- *Paramedic*
- ("Tourniquets"[Mesh]) AND "Emergency Medical Services"[Mesh]
- ("Tourniquets"[Mesh]) AND "Emergency Medical Services"[Mesh] AND *prehospital use* AND *civil*
- "Tourniquets"[Mesh] AND *prehospital use*
- "Tourniquets"[Mesh] AND *prehospital use* AND (*Comparative Study*[ptyp])
- „Tourniquets"[Mesh] AND *prehospital* AND *non-military*

Sowie Handsuche in den Literaturangaben der selektierten Publikationen.

Vorbemerkung:

Die Mehrheit der verfügbaren Studien stammt aus dem militärischen Bereich und alle Autoren, die vergleichende Studien im Hinblick auf unterschiedliche Designs von Tourniquets durchgeführt haben, kommen vom Militär [1, 8, 9]. Nutzeranforderungen an Tourniquets, die unter taktischen Bedingungen zum Einsatz kommen, stellen vermutlich andere Ansprüche als Rettungsdienstpersonal im zivilen Bereich. So handelt es sich bei den Anwendern im Militäreinsatz oft um medizinische Laien (Soldaten), die im Rahmen der Kameradenhilfe handeln oder die Anlage gar an sich selbst vornehmen (auch wenn nur wenige Selbstanlagen im Einsatz beschreiben sind: <1% bei [1]. Die Indikation für die Anlage unterliegt somit oft gar keiner Einschätzung durch medizinisches Fachpersonal. Außerdem spielt die Indikationsstellung aus taktischen Gründen (Erste Maxime: Feuer erwidern!) eine nicht zu unterschätzende Rolle. Medizinische Überlegungen oder alternative Versuche müssen sich der

taktischen Situation unterwerfen und werden daher oft unterbleiben. Auch sind die Möglichkeiten, die Ausrüstung auf den Soldaten zu verlasten, anderen Anforderungen unterworfen als z. B. die Vorhaltung auf mobilen Rettungsmitteln oder in Feldkrankenhäusern. Corpsmen der US-Spezialeinheit Navy Seals haben z. B. Zweifel daran, dass bestimmte Modelle den Einsatz im Seewasser überstehen können [8]; eine Anforderung, die für Bayern nicht unbedingt im Vordergrund steht.

Wissenschaftliche Grundlagen:

Um die Anforderungen an ein Tourniquet sinnvoll beschreiben zu können ist es erforderlich, sich die physiologischen und physikalischen Grundlagen vor Augen zu führen. Hier wurde bereits vor Jahrzehnten viel Grundlagenforschung getrieben, die sich auf die Anwendung von Blutsperrern und Blutleeren im Operationssaal konzentriert hat [10, 11]. Diese Erkenntnisse können praktisch unverändert auf Tourniquets in der Traumaversorgung übertragen werden. Es scheint, dass sich viele Komplikationen und Anwenderfehler auf ein falsches Verständnis des Tourniquets und auf die Missachtung dieser Grundlagen zurückführen lassen [12].

Für den Erfolg eines Tourniquets ist ohne Zweifel erforderlich, dass es in der Lage ist, den erforderlichen arteriellen Verschlussdruck auf das Gewebe abzugeben. Dieser Druck ist abhängig vom Umfang der Extremität, an die er angelegt wurde und umgekehrt proportional zur Breite des Tourniquets [10]. Je breiter also ein Tourniquet, desto niedriger ist der erforderliche Druck, um die arteriellen Gefäße zu verschließen. Die Empfehlung, dass man bei ausbleibender Blutstillung ein zweites Tourniquet anlegen soll [13, 14] macht dadurch Sinn, dass man das zweite Tourniquet direkt neben das erste legt. Dadurch verdoppelt sich gewissermaßen die Auflagefläche und der erforderliche Verschlussdruck wird reduziert [13, 14].

Theoretisch betrachtet muss bei der Anlage des Tourniquets kaum mehr als der systolische Blutdruck überschritten werden, um den Blutzustrom in die betroffene Extremität zu unterbinden. Experimentelle Arbeiten an gesunden Probanden zeigen, dass bei einem Verhältnis zwischen Tourniquet-Breite zu Extremitätenumfang von 0,3 der Verschlussdruck bereits im subsystolischen Bereich erreicht wird. Bei einer Ratio von 1 wird der Verschlussdruck sogar schon auf Höhe des diastolischen Druckes erreicht [10].

Weiter zeigt sich, dass mit zunehmender Breite des Tourniquets und der damit verbundenen Verringerung des nötigen Verschlussdruckes auch der Schmerz beim Patienten verringert werden kann [15]. Vermutlich sind auch Komplikationen wie Nervenschädigungen auf Druckspitzen zurückführbar, so dass postuliert werden kann, dass breitere Tourniquets nicht nur effektiver sind, sondern auch weniger Schmerzen verursachen sowie ein geringeres Risiko für Druckschäden der Nerven. Eine Studie an gesunden Probanden von King et al. bestätigt, dass schmale Notfall-Tourniquets als schmerzhafter empfunden werden [9].

Natürlich stellt die Breite des Tourniquets einen Kompromiss zwischen optimaler Funktion und anatomischer Anwendbarkeit dar. Ist das Tourniquet zu breit, schränkt sich die Anwendbarkeit nach proximal schnell ein. Die Dimensionierung des Tourniquets sollte sich an der Patientenpopulation orientieren, die versorgt werden soll. Eine One-Size-Fits-All-Lösung wie sie beim Militär sinnvoll ist, hat auch Nachteile. Während die Physiognomie von Soldaten zumindest einigermaßen vorhersehbar ist, wird man im zivilen Rettungsdienst mit allen Alters-, Größen- und Gewichtsklassen konfrontiert. Tourniquets, die an schlanken Oberarmen oder bei Kindern gut funktionieren, könnten an den Oberschenkeln gut trainierter, muskulöser Personen oder stark adipöser Patienten zu schmal sein und so zu möglichen Komplikationen führen. Manschetten, die bei dieser Patientengruppe gut funktionieren, sind wiederum für andere Patienten unter Umständen anatomisch zu breit.

Bei der Anwendung des Tourniquets darf man sich nicht ausschließlich darauf beschränken, das Instrument maximal festzuziehen. Ein wesentliches Problem scheint zu sein, dass der Anwender außer dem Sistieren der Blutung kein Feedback über den applizierten Gewebedruck erhält. Gäbe es ein Feedback über den applizierten Druck, so würde der Entschluss, ein zweites Tourniquet zu platzieren vielleicht gefällt werden, bevor es zu Druckschäden kommt.

Vergleichende Studien von Systemen unterschiedlicher Konstruktionsprinzipien:

Die Mehrheit der in vergleichenden Studien beschriebenen Tourniquets ist in Europa kommerziell verfügbar. Die am häufigsten beschriebenen Modelle sind das *Combat Application Tourniquet* (CAT, North American Rescue Products, Inc.), das vermutlich auch im zivilen Bereich am weitesten verbreitete Tourniquet [16-18] mit einem Haspel-Mechanismus, das ähnlich konstruierte *Special Operations Forces Tactical Tourniquet* (SOF-TT, Tactical Medical Solutions) sowie der pneumatische *Emergency & Military Tourniquet* (EMT, Delfi Medical Innovations, Inc.). Tatsächlich ist die Erfolgsrate des EMT etwas besser als die des CAT (92 vs. 79%, [1]), das Design des EMT findet aber im militärischen Anwenderkreis wegen seinem hohem Gewicht, seiner Größe und seiner schlechteren Robustheit weniger Befürworter, zumindest wenn der Einsatzort außerhalb von Fahrzeugen oder Notaufnahmen – also auf dem Schlachtfeld – liegt [1, 12].

In der Handlungsempfehlung des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Notfallmedizin der *Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin* (DGAI) wird pneumatischen Tourniquets aber eine klare Präferenz eingeräumt. Das EMT ist mit einer Manschettenbreite von 88 mm das breiteste, am Markt verfügbare Tourniquet (im Vergleich CAT 38 mm, SOF-TT 25 mm).

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der gute Erfolg dieses Produktes auch auf die Breite und nicht alleine auf das pneumatische Konstruktionsprinzip zurückzuführen ist.

Auch für andere Systeme wurde die Effektivität beschrieben, sie bleiben jedoch hinter denen von *EMT* und *CAT* zurück [1, 8, 9]. Interessanter Weise wurden auch sehr gute Ergebnisse bei der Anwendung eines einfachen Gummischlauches erzielt [9]. Aber nicht alle Tourniquets wurden in diesen Studien mit aussagekräftigen Fallzahlen belegt. Zu einigen Modellen liegen gar keine Studien vor, z.B. zum *MAT Combat™* oder *SWAT-Tourniquet*.

Nur wenige Leitlinien äußern sich zum Konstruktionsprinzip von Tourniquets. Die Leitlinie des *American College of Surgeons (ACS)* empfiehlt, bei niedrigem Evidenzgrad, dass Tourniquets auf der Basis von Haspel-, Ratschen- oder Luftpammermechanismen gegenüber elastischen, gummibandartigen Varianten bevorzugt werden können [3]. Dort wird u.a. auch empfohlen, improvisierte Tourniquets nur einzusetzen, wenn keine kommerziellen Modelle verfügbar sind. In der oben bereits genannten Handlungsempfehlung der *DGA* finden sich ebenfalls Anforderungen an das Design von Tourniquets. Dort steht, dass pneumatische Tourniquets zu bevorzugen sind und dass Tourniquets möglichst breit (Mindestbreite 38 mm) und aus weichem Material mit runden Kanten gefertigt sein sollen, welches zudem robust und wasserfest sowie rutschfest auf nasser/blutiger Haut ist. Weiter wird hier eine einfache und sichere Handhabung gefordert. Auch hier werden improvisierte Tourniquets kritisch gesehen [19]. Die Empfehlung basiert auf der Arbeit von Kragh et al. zu Erkenntnissen über Tourniquet-Design, die im militärischen Einsatz gewonnen wurden [12]. Eine stringente Bewertung der Literatur ist in der Handlungsempfehlung aber nicht hinterlegt.

Immer wieder wird auch betont, dass Effektivität und Sicherheit der Anwendung vom Trainingsgrad der Anwender abhängig ist [12, 14]. So zeigt z. B. eine Studie des türkischen Militärs, dass durch Training die Erfolgsrate des *CAT* weiter verbessert werden kann [20]. Eine Analyse von verwendeten Produkten zeigt, dass Fehlanwendungen eine große Rolle spielen. So wurde z.B. für den *CAT* als Schwachpunkt erkannt, dass ein hohes Risiko für den Bruch der Haspel besteht, wenn das Tourniquet nicht ausreichend eng am Patienten angelegt wurde [12]. Insbesondere die Anwendung bei arterieller Blutung stellt für Anwender offenbar eine Herausforderung dar. Eine Qualitätsoffensive zur Verbesserung der Versorgung des US-Militärs zeigte, dass nur 26% der Tourniquets bei arterieller Blutung effektiv angelegt waren. Hauptprobleme waren unzureichende Kompression, unzureichend Verlaufskontrolle und fehlende dynamische Anpassung an die klinische Situation. Als Korrekturmaßnahme erfolgte ein direktes Feedback an die Anwender durch das Schockraumteam [14]. Bei den Anwendern handelte es sich um militärisches Sanitätspersonal, bei dem neben einem hohen Caseload auch ein intensives Training vorausgesetzt werden darf.

Aus dem zivilen Bereich gibt es inzwischen einige größere Studien, die die Anwendung von Tourniquets beschreiben [16-18]. Alle aktuellen Studien stammen aus den USA und sind aufgrund der unterschiedlichen Rettungssysteme und dem hohen Anteil an Schussverletzungen im US-amerikanischen Notfallaufkommen nur eingeschränkt auf Deutschland übertragbar. Interessanter Weise wurde in zwei dieser Studien ein Anteil von 20% der Tourni-

quet-Anwendungen durch Ersthelfe und medizinische Laien beschrieben [17, 18]. Ein möglicher Grund dafür könnte die hohe Durchdringung der Bevölkerung mit Militärangehörigen oder die nationale „*Stop-The-Bleed-Campaign*“ sein, die als Reaktion auf die jüngsten Großschadenslagen durch Schusswaffen in den USA der Bevölkerung Techniken zur Blutungskontrolle vermittelt (www.bleedingcontrol.org). Eine Überlegung könnte aber sein, Modelle anzuschaffen, die eine möglichst hohe Verbreitung auch bei anderen Organisationen wie Polizei, Feuerwehr, Sanitätsdienst etc. haben.

Zusammenfassung:

Aus diesen Beobachtungen lassen sich die eingangs formulierten Anforderungen im zivilen Bereich an ein Tourniquet stellen

Unabhängig, welches System zum Einsatz kommt: Ausbildung in der Anwendung und regelmäßiges Training sollten nicht vernachlässigt werden.

Über die Anforderungen auf der Anwenderseite (Rettungsdienstpersonal, Notärzte) ist nichts bekannt.

- Über die Patientenpopulation (Alter, Geschlecht, Größe, vorherrschendes Verletzungsmuster) im deutschen Rettungsdienst ist nichts bekannt. Es gibt nur wenige US-amerikanische Studien, die eine Bestandsaufnahme von Patienten vornehmen, die mit Tourniquet versorgt wurden. Insbesondere zur Indikationsstellung und korrekten Anwendung fehlen Daten.

Ergänzungen pädiatrische Patienten

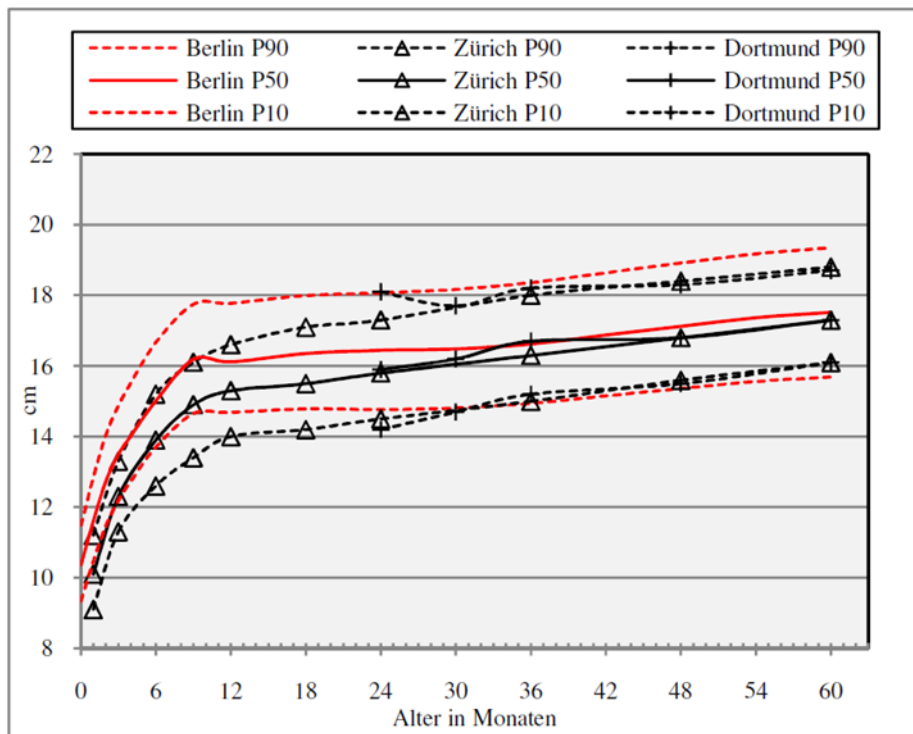
Bei entsprechendem Verletzungsmuster wird prinzipiell die Benutzung von Tourniquets bei Kindern empfohlen. Die Passform der adulten Tourniquets scheint gut zu sein und auf Grund der geringeren Extremitätenumfänge/-durchmesser bei Kindern ist sogar von einer höheren mechanischen Effektivität als beim Erwachsenen auszugehen. Es konnten keine spezifischen pädiatrischen Probleme identifiziert werden und es ist eher von einer komplikationsärmeren Anwendung als beim Erwachsenen auszugehen, da beim Kind äußerst selten kardiovaskuläre Vorerkrankungen wie z. B. Arteriosklerose vorliegen.

(John F. Kragh, Arthur Cooper; Survey of Trauma Registry Data on Tourniquet Use in Pediatric War Casualties; Pediatric Emergency Care. 28(12):1361–1365, DEC 2012)

Daten zum pädiatrischen Armumfang

Nachfolgende Abbildung zeigt die Armumfänge bereits bei den kleinsten Kindern von 0-60 Monaten. Die Daten wurden in Berlin vermessen und mit anderen Gruppen verglichen und ergeben ein sehr homogenes Bild. So kann in etwa darauf rückgeschlossen werden, welche Anforderung an den minimalen Durchmesser der Tourniquets zu stellen sind.

Abb. 36: ♀, Oberarmumfang-Perzentilkurven



Quelle: Dissertation Berliner Längsschnittstudie zum Wachstumsverlauf 0- bis 5-jähriger Kinder
http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_00000005868/DISSERTATION_online.pdf

Exemplarische Produkte:

Alle hier aufgeführten Produkte und die dazugehörigen Produktspezifikationen sollten vor eventueller Beschaffung nochmals abgefragt werden, da die Informationen nur den Internetseiten der Weiterveräußer entnommen sind und auf den Herstellerseiten nicht vorlagen.

Zusätzlich wurde noch in einer Publikation¹ ein ausgewiesenes pädiatrisches Produkt (*Pediatric Ratcheting Medical Tourniquet, RMT™*) beschrieben, das jedoch nicht mehr auf der Hersteller-Homepage zu finden ist.

Produkt	Zugelassen ab	Umfang (ca.)
MATResponder™ tourniquet	Einzige Einschränkung: Umfang Kinder < 23 kg (?)	10 cm (Durchmesser?!) – 100 cm (Umfang)
Combat Application Tourniquet™	Nur Erwachsene (?)	20 cm*
SOF® Tactical Tourniquet	???	17 cm*

Quelle: <https://crisis-medicine.com/do-commercially-available-tourniquets-work-on-kids/>

¹ Wall PL, Sahr SM, Busing CM: Different Width and Tightening System: Emergency Tourniquets on Distal Limb Segments. J Spec Oper Med 2015;15:28–38.

Literaturverzeichnis:

- [1] Kragh, J.F., Jr., et al., Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. J Trauma, 2008. 64(2 Suppl): p. S38-49; discussion S49-50.
- [2] Kleber, C., et al., Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. World J Surg, 2013. 37(5): p. 1154-61.
- [3] Bulger, E.M., et al., An evidence-based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma. Prehosp Emerg Care, 2014. 18(2): p. 163-73.
- [4] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. S3 – Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung, AWMF online 2016. Herunterladen unter: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/012-019.html> [letzter Zugriff: 20.12.2016].
- [5] Rossaint, R., et al., The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. Crit Care, 2016. 20: p. 100.
- [6] Kragh, J.F., Jr., et al., New tourniquet device concepts for battlefield hemorrhage control. US Army Med Dep J, 2011: p. 38-48.
- [7] van Oostendorp, S.E., E.C. Tan, and L.M. Geeraedts, Jr., Prehospital control of life-threatening truncal and junctional haemorrhage is the ultimate challenge in optimizing trauma care; a review of treatment options and their applicability in the civilian trauma setting. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2016. 24(1): p. 110.
- [8] Calkins, D., et al., Evaluation of possible battlefield tourniquet systems for the far-forward setting. Mil Med, 2000. 165(5): p. 379-84.
- [9] King, R.B., et al., Evaluation of possible tourniquet systems for use in the Canadian Forces. J Trauma, 2006. 60(5): p. 1061-71.
- [10] Graham, B., et al., Occlusion of arterial flow in the extremities at subsystolic pressures through the use of wide tourniquet cuffs. Clin Orthop Relat Res, 1993(286): p. 257-61.
- [11] Shaw, J.A. and D.G. Murray, The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. J Bone Joint Surg Am, 1982. 64(8): p. 1148-52.

- [12] Kragh, J.F., Jr., et al., The military emergency tourniquet program's lessons learned with devices and designs. *Mil Med*, 2011. 176(10): p. 1144-52.
- [13] Josse, F., et al., Anwendung von Tourniquets zum Stoppen kritischer Extremitätenblutungen. *Notfallmedizin up2date*, 2009. 9(1): p. 7-13.
- [14] King, D.R., et al., Forward assessment of 79 prehospital battlefield tourniquets used in the current war. *J Spec Oper Med*, 2012. 12(4): p. 33-8.
- [15] Estebe, J.P., et al., Tourniquet pain in a volunteer study: effect of changes in cuff width and pressure. *Anaesthesia*, 2000. 55(1): p. 21-6.
- [16] Inaba, K., et al., Tourniquet use for civilian extremity trauma. *J Trauma Acute Care Surg*, 2015. 79(2): p. 232-7; quiz 332-3.
- [17] Ode, G., et al., Emergency tourniquets for civilians: Can military lessons in extremity hemorrhage be translated? *J Trauma Acute Care Surg*, 2015. 79(4): p. 586-91.
- [18] Schroll, R., et al., A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use. *J Trauma Acute Care Surg*, 2015. 79(1): p. 10-4; discussion 14.
- [19] Hossfeld, B., et al., Handlungsempfehlung: Prähospitaler Anwendung von Tourniquets. *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, 2016. 57(11): p. 698-704.
- [20] Unlu, A., et al., An evaluation of combat application tourniquets on training military personnel: changes in application times and success rates in three successive phases. *J R Army Med Corps*, 2015. 161(4): p. 332-5.

Abkürzungen:

ÄLRD	Ärztlicher Leiter Rettungsdienst
US	United States