



## Der Kinderschockraum

Birgit Kammer  
LMU München

Bei kindlichen Notfällen muss es schnell gehen. Die richtigen Entscheidungen trifft man am besten im Team und nach einem standardisierten Ablauf.

### Versorgungszeit im Schockraum halbiert

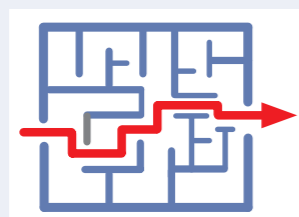
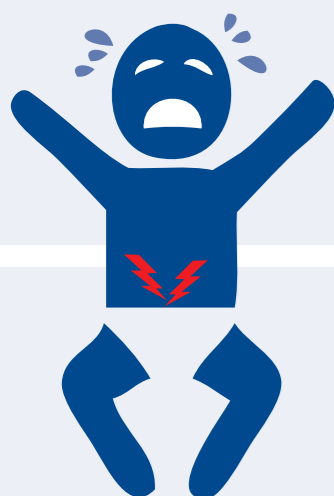
Birgit Kammer ist leitende Oberärztin der Kinderradiologie am Dr. Haunerschen Kinderspital der Universität

„Mit dem standardisierten Schockraumkonzept hat sich die Versorgungszeit um die Hälfte reduziert.“

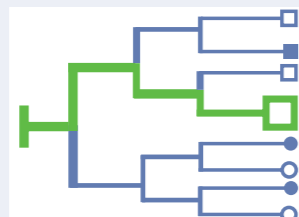
München. Dort gibt es ein standardisiertes Schockraumkonzept, das ExpertInnen der Kinderchirurgie,

Anästhesie, Pädiatrie und Kinderradiologie gemeinsam entwickelt haben. Mit diesem habe sich die Versorgungszeit um die Hälfte reduziert, so Kammer – von durchschnittlich 34 auf jetzt 15 Minuten.

Das Konzept regelt auch, wann welche Bildgebung zum Einsatz kommt. Im Münchner Schockraum stehen ein Sono- und ein Röntgen-Gerät zur Verfügung. Ein CT-Scanner steht nicht direkt im Schockraum, kann aber schnell erreicht werden.



Nicht-standardisiertes Vorgehen



Standardisiertes Schockraumkonzept



Denn Strahlenexposition im Kindesalter erhöht das spätere Karzinomrisiko. Man geht davon aus, so Kammer, dass die Strahlenexposition eines abdominalen CT im ersten Lebensjahr bei vier von 1.000 Kindern in späteren Jahren eine zusätzliche Krebserkrankung induziert.

### Empfehlungen für die pädiatrische CT

- Exakte Lagerung im Isozentrum ist essentiell, sonst kann die Dosis zu hoch oder zu niedrig sein
- Bleischürze anlegen – „Bitte über der Beckenregion“
- Alle Metallteile aus dem Bild positionieren, z. B. EKG-Kabel – „Das sind manchmal zähe Verhandlungen mit der Anästhesie.“
- Bei Kopf-CT den Kopf gerade ausrichten
- Scanlänge auf Zielstruktur(en) ausrichten
- Körperregionen nicht überlappend scannen
- Spezielle Protokolle für die pädiatrische Diagnostik verwenden

„Die richtige Positionierung ist entscheidend. Arbeiten Sie bei der Lagerung zusammen“, lautete Kammer's Rat.

### Fazit

Die Indikation zu einer CT-Untersuchung in der Notfallversorgung von Kindern muss sorgfältig, interdisziplinär und standardisiert getroffen werden. Bei der Durchführung sind alle Parameter so zu wählen, dass die Strahlenexposition möglichst gering bleibt und die Bildqualität für die Diagnostik ausreichend ist.

### CT-Diagnostik nur nach sorgfältiger Abwägung

Bei Kindern kommt das ‚schnelle‘ Ganzkörper-CT wegen der hohen Strahlenbelastung nur selten zum Einsatz – und wenn, dann nur nach sorgfältiger Risiko-Nutzen-Prüfung. Bei allen Untersuchungen gilt: So wenig Strahlenexposition wie möglich und nötig (ALARA).



## Bildgebung bei Kindern mit akutem Abdomen

Julia Ley-Zaporozhan  
LMU München

Das akute Abdomen bedarf bei Kindern einer schnellen Abklärung. In bestimmten Fällen kommt dabei die CT zum Einsatz.

„Unspezifische Symptomatik sowie eingeschränkte Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit erschweren bei Kindern die abdominelle Diagnostik“, sagte Julia Ley-Zaporozhan von der pädiatrischen Radiologie am Klinikum der Universität München.

Je nach Alter und Geschlecht der Kinder variieren die Krankheitsursachen, die zu akuten Bauchschmerzen führen.

### Häufige Erkrankungen in unterschiedlichen Altersgruppen:



#### Neu- / Frühgeborene

- Nekrotisierende Enterokolitis (NEC)
- Atresien, Stenosen
- Mekoniumileus
- Malrotation, Volvulus
- Morbus Hirschsprung



#### Säuglinge / Kleinkinder

- Pylorushypertrophie
- Invagination
- Duplikaturen
- Fremdkörper
- Gastroenteritis
- Lymphadenitis



#### Schulkinder / Jugendliche

- Appendizitis
- gynäkologische / urologische Erkrankungen
- Traumata
- Cholezystitis

Frühzeichen sind erweiterte und verdickte Darmschlingen. Typisches Zeichen der NEC ist die Pneumatosis, bei der sich Gasblasen perlschnurartig ansammeln. Bei Darmperforation entsteht ein Pneumoperitoneum, was auf Aufnahmen in Linksseitenlage als sichelartige suprahepatische Luftansammlung imponiert.

Bei einer Darmverschlingung (**Volvulus**) dreht sich der Darm um die mesenteriale Achse. Akute Bauchschmerzen sowie rezidivierendes, starkes, galliges Erbrechen zählen zu den typischen Symptomen. Die Erkrankung ist ein Notfall und bedarf meist einer chirurgischen Intervention. Die Diagnose kann im Ultraschall schwierig sein.

Beim **Morbus Hirschsprung** ist das Leitsymptom die Obstipation. Die angeborene Aganglionose des Dickdarms wird meist schon im frühen Kindesalter symptomatisch.

Ultraschall, Abdomen-Übersicht und gegebenenfalls Kolon-Kontrasteinlauf helfen die Diagnose zu sichern.

**Invaginationen** treten häufig im 3. bis 24. Lebensmonat auf. In 90 Prozent der Fälle liegen sie ileokolisch. Mit Röntgen in zwei Ebenen und auf Übersichtsaufnahmen lässt sich freie Luft ausschließen. „In zehn Prozent der Fälle ist eine Raumforderung für die Einstülpung verantwortlich“, so Ley-Zaporozhan, beispielsweise Meckeldivertikel oder Non-Hodgkin-Lymphome.

In Deutschland kommt bei den meisten Fragestellungen der Ultraschall als führende Bildgebung zum Einsatz. Abdomen-Übersichtsaufnahmen und Durchleuchtung ergänzen die Diagnostik.

„Wenn Sie befunden, sollten Sie die physiologische Darmgasverteilung bei Kindern kennen“, so Ley-Zaporozhan. Beispielsweise findet man bei Erwachsenen meist keine größeren Luftmengen im Dünndarm, bei Säuglingen und Kleinkindern ist das dagegen normal.

Bei **Darmatresien** ist der Ultraschall meist nicht sehr aussagekräftig. Da liefere die Abdomen-Übersicht bessere Ergebnisse.

Die **nekrotisierende Enterokolitis (NEC)** ist bei Neugeborenen die häufigste Ursache für ein akutes Abdomen.

**Stumpfe Bauchtraumen** sind die häufigste Indikation für eine CT bei akuten abdominalen Schmerzen. Hier geht es um eine schnelle und solide Diagnostik.

### Fremdkörperingestion

„Kinder verschlucken gerne kleine Teile“, so Ley-Zaporozhan. Diese bleiben häufig an einer physiologischen Engstelle hängen.

Besondere Vorsicht ist geboten

- bei Fremdkörpern, die größer als zwei Zentimeter sind, weil sie leichter hängen bleiben
- bei Knopfzellen wegen der Gefahr der Augenverätzung
- bei Magneten, da diese aneinander haften können.



## Fortsetzung

Erbringen Ultraschall und Röntgen keine eindeutigen Ergebnisse, kann ein CT sinnvoll sein.

### Appendizitis

Auch in der Pädiatrie ist Ultraschall die erste Wahl in der Diagnostik. Bei „verschleppten“ Fällen kann es sinnvoll sein, eine CT durchzuführen. Eine über längere Zeit anhaltende Symptomatik kann beispielsweise durch eine gedeckte Perforation verursacht sein.

### Fazit

Die Ursachen eines akuten Abdomens variieren. Einflussgrößen sind Alter, Geschlecht sowie Vorerkrankungen.

Die CT wird hauptsächlich zur Diagnostik bei stumpfen Bauchtraumata durchgeführt. Ansonsten ist sie eine Folgeuntersuchung, wenn Ultraschall oder Röntgen keinen eindeutigen Befund ergeben. Ist eine CT indiziert, sollte diese an einem modernen Scanner und mit an Kinder angepassten Protokollen erfolgen, um die Strahlenbelastung so gering wie möglich zu halten.

## Die Rolle der/des MPE bei CT-Untersuchungen

Michael Wucherer

Strahlenschutz Nürnberg gGmbH

**Mit einem Dosismanagementsystem lässt sich der Strahlenschutz verbessern. MedizinphysikerInnen kennen die Stellschrauben.**

„CT-Untersuchungen sind für 70 Prozent der medizinisch verursachten Strahlenbelastung verantwortlich“, sagte Michael Wucherer vom Institut für Medizinische Physik am Klinikum Nürnberg. Als Grund nannte er die steigenden Untersuchungszahlen (Strahlenbelastung – Jahresbericht des Bundesamts für Strahlenschutz, 2016).

Die effektiven Dosen einzelner Untersuchungen sind zwar dank neuer Technologien in den letzten zehn Jahren deutlich gesunken, beispielsweise beim CT-Becken um 60 % und beim CT-Thorax um 40 %. Doch nicht jede Neuerung führt unweigerlich zur Dosisreduktion. Wucherer nannte zwei dosisrelevante Nachteile der MSCT: Überstrahlungseffekte (Overbeaming) und Dateninterpolation (Overranging).

Auch wie die Geräte-Parameter eingestellt werden und Lagerung sowie Schutzmaßnahmen durchgeführt werden, beeinflusst die Strahlenexposition bei einer Untersuchung.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) stuft alle CT-Untersuchungen als dosisintensive Verfahren ein. „Sie müssen sich mit dem Strahlenschutzrecht auseinandersetzen“, sagte Wucherer.

### Gesetzliche Verankerung

Seit 2019 gilt die neue EU-Richtlinie Euratom 2013. In Deutschland sind die neuen Standards im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und der aktualisierten Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgeschrieben.

MedizinphysikexpertInnen (MPE) spielen in den neuen Standards eine wichtige Rolle. Sie haben weitreichende Aufgaben und müssen dafür gut ausgebildet sein.

„Ab 2023 muss für jedes CT-Gerät und jede Angiographie-Anlage ein MPE zur Verfügung stehen“, so Wucherer. Bis dahin sei dies nur erforderlich, wenn ein neues Gerät in Betrieb genommen wird. Altgeräte könnten bis Ende 2022 weiterhin ohne MPE betrieben werden.



### MPE-Ausbildung (§5 StrlSchG, Abs 24)

- Masterabschluss in medizinischer Physik oder damit vergleichbarer Hochschulabschluss
- Fachkunde in Strahlenschutz



### MPE-Aufgaben (§ 132 StrlSchV)

- Verantwortung für Dosimetrie
- Optimierung des Strahlenschutzes
- Qualitätssicherung
- Untersuchung von Vorkommissen
- Risikoanalyse
- Personalschulung

### Dosismanagementsysteme

Gemäß §114 StrlSchV muss bei Untersuchungen mit ionisierender Strahlung sichergestellt sein, dass die sich dabei ergebende Exposition angezeigt oder ermittelt werden kann. Mit einem Dosismanagementsystem (DMS) lässt sich diese Anforderung einfach umsetzen.

„Jede Abteilung mit mehr als zwei CT- oder Angiographie-Geräten muss ein solches System haben“, erläuterte Wucherer. Demnächst soll ein Leitfaden des Bundesamts für Strahlenschutz herauskommen mit Empfehlungen, was ein DMS leisten sollte.

Im DMS gespeicherte Daten lassen sich vielfältig auswerten – beispielsweise Gerätedaten mit den **Referenzwerten** (Scheegerer et al. RöFo 2019) abgleichen. „Man kann auch deutlich unter die Referenzwerte kommen, zum Beispiel mit neuer Technik.“

In einem internen **Benchmarking** können die Parameter unterschiedlicher Geräte gegenübergestellt werden. Sticht die Strahlenexposition eines Gerätes negativ heraus, müssen seine Parameter angepasst werden. Oder wenn nicht optimiert werden kann, kann das Gerät zukünftig sogar von bestimmten Untersuchungen ausgeschlossen werden.

Der Datenabgleich verschiedener UntersucherInnen zeigt, ob bei Einzelnen (Nach)Schulungsbedarf besteht.

### Dosisoptimierung in der Praxis

CT-Untersuchungen möglichst strahlungsarm und mit ausreichender Bildqualität durchzuführen bedeutet

Teamarbeit. Arzt/Ärztin, MTRA und MPE sollten möglichst eng zusammenarbeiten. „Integrieren Sie den MPE in Ihr Team“, appellierte Wucherer.

Welche Bildqualität erreicht werden muss, hängt von der Fragestellung ab, und ob dafür ein niedriger oder hoher Kontrast erforderlich ist, zum Beispiel bei:

- Nasennebenhöhle: Fraktur- oder Tumorsuche?
- Becken: Steinsuche oder Weichteildiagnostik?
- Wirbelsäule: Knöchern oder Bandscheibe?

Dosisreduktion gelingt auch mit individualisierten Protokollen, die an das Körpergewicht angepasst oder auf spezielle Gruppen zugeschnitten sind – etwa Polytraumatisierte, Kinder oder Schwangere. Wie effektiv das sein kann, belegte Wucherer am Beispiel eines Thorax-CT einer Schwangeren: Mit um ein Drittel verminderter Scan-Länge reduzierte sich die effektive Dosis um 60 Prozent.

**Dosisüberschreitungen** müssen erkannt, dokumentiert und immer auch begründet werden.

„Ab 2023 muss für jedes CT-Gerät und jede Angiographie-Anlage ein MPE zur Verfügung stehen.“

### Referenz

- **Scheegerer A et al.** Diagnostic Reference Levels for Diagnostic and Interventional X-Ray Procedures in Germany: Update and Handling. Fortschr Röntgenstr 2019; 191(08): 739-751