

# Ressortforschungsberichte zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz

**Erhebung von statistischen Daten zur Exposition von Kindern  
bei zahnmedizinischen Röntgenuntersuchungen zur Erstellung  
von diagnostischen Referenzwerten  
- Vorhaben 3607S04559**

**Auftragnehmer:  
Städtisches Klinikum Braunschweig**

**Markus Borowski**

**Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführt.**

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMU (UFOPLAN) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der des BfS übereinstimmen.

**BfS-RESFOR-09/09**

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:  
**urn:nbn:de:0221-2009011293**

Salzgitter, April 2009



Klinikum  
Braunschweig



PTW

TUV NORD



# Abschlussbericht

zum

UFO-Plan Vorhaben 3607S04559

Erhebung von statistischen Daten zur  
Exposition von Kindern bei  
zahnmedizinischen Röntgenuntersuchungen  
zur Erstellung von  
diagnostischen Referenzwerten

Braunschweig, den 29.08.2008

# Kurzzusammenfassung

In dem UFO-Plan Vorhaben 3607S04559 wurden Untersuchungen zur Häufigkeit und zur Strahlenexposition von zahnmedizinischen Röntgenaufnahmen an Kindern durchgeführt.

Zahnmedizinische Röntgenaufnahmen an Kindern werden mit wenigen Ausnahmen mit einer relativen Häufigkeit unterhalb von 3% bezogen auf die Gesamtheit aller Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart durchgeführt. Ausnahmen hiervon bilden insbesondere Schädel-Fernaufnahmen, welche zu über 85% an Personen bis zum vollendeten 16. Lebensjahr durchgeführt werden. Weitere Untersuchungsarten mit vergleichsweise großer relativer Häufigkeit sind Panoramaschichtaufnahmen (13,1%), Bissflügelufnahmen (9,7%) sowie Einzelzahnaufnahmen der Oberkiefer Schneidezähne (6,2%). Die Angabe der relativen Häufigkeit täuscht über absolut oftmals sehr geringe Untersuchungszahlen hinweg. Auf Basis absoluter Untersuchungszahlen werden nach unserer Einschätzung einzig Panoramaschichtaufnahmen und Schädel-Fernröntgenaufnahmen in nennenswerter Häufigkeit durchgeführt.

Zahnmedizinische Schnittbilddiagnostik wird aktuell an Kindern kaum durchgeführt. Dental-CT-Untersuchungen werden von den in dieser Studie interviewten Zahnmedizinern nicht angefordert. Verschiedene Anwender führen DVT-Untersuchungen an Kindern mit deutlich unterschiedlicher Häufigkeit durch. In vielen Fällen bilden aktuell DVT-Untersuchungen an Kindern noch die Ausnahme. In Zukunft ist für diese Untersuchungsart jedoch eine Erhöhung des Anteils an Kindern zu erwarten.

Als Messgröße für die Strahlenexposition wurde für alle betrachteten Untersuchungsarten das Dosisflächenprodukt (DFP) verwendet. Die Verteilung der Werte des Dosisflächenproduktes, die bei den Anwendern innerhalb der Stichprobe gemessen wurde, war für viele Untersuchungsarten sehr breit, so wie dieses bereits aus anderen empirischen Erhebungen der Strahlenexposition in der Röntgendiagnostik bekannt war. Die statistischen Größen der Messwertverteilung sind für Panoramaschichtaufnahmen geringer als entsprechende Werte, die an anderer Stelle für Erwachsene erhoben wurden. Diese Beobachtung deckt sich mit der Erwartung aufgrund der bei Kindern anderen Anatomie der untersuchten Regionen. Bei intraoralen Röntgenaufnahmen, insb. Einzelzahnaufnahmen, sind die statistischen Größen in etwa auf gleicher Höhe mit denen bei Erwachsenen. Auch dieses deckt sich mit der Erwartung aufgrund der bei Kindern in diesem Fall ähnlichen Anatomie der untersuchten Regionen.

Die meisten zahnmedizinischen Röntgenaufnahmen sind mit einer effektiven Dosis für die Personen von weniger als  $10\mu\text{Sv}$  verbunden. Eine Ausnahme hiervon bilden DVT-Untersuchungen, bei denen bei einigen Geräten eine effektive Dosis oberhalb von  $10\mu\text{Sv}$  resultieren kann.

Diagnostische Referenzwerte sind im Sinne einer Optimierung für solche Untersuchungsarten sinnvoll, die hinreichend oft vorkommen und die mit einer relevanten Strahlenexposition verbunden sind. Nach unserer Einschätzung trifft das erste Kriterium nur für Panoramaschichtaufnahmen und bedingt für Schädel-Fernaufnahmen an Kindern zu. Das zweite Kriterium wird von DVT-Untersuchungen und bedingt von Panoramaschichtaufnahmen erfüllt.

Der DVT-Bereich ist aktuell so dynamisch und der Studienumfang für dieses Teilgebiet so klein, dass hierzu auf Basis dieser Studie keine abschließende Beurteilung abgegeben werden kann. Es erscheint uns notwendig, für den DVT-Bereich eine separate, größer angelegte Untersuchung durchzuführen.

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 1.       | Einleitung .....   | 1  |
| 2.       | Arbeiten zur Häufigkeit zahnmedizinischer Untersuchungen an Kindern.....   | 1  |
| 2.1.     | Methodik .....   | 1  |
| 2.2.     | Datenbasis der Untersuchung zur Häufigkeit von zahnmedizinischen Untersuchungen an Kindern.....  | 2  |
| 2.2.1.   | Datenbasis zur Untersuchung der Häufigkeit von intraoralen Aufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen und Schädel-Fernaufnahmen.....            | 2  |
| 2.2.2.   | Datenbasis zur Untersuchung der Häufigkeit von Dental-CT-Untersuchungen sowie DVT-Untersuchungen an Kindern .....                        | 4  |
| 2.3.     | Untersuchungshäufigkeiten .....  | 4  |
| 2.3.1.   | Untersuchungshäufigkeiten auf Basis der Daten der KZVN .....   | 4  |
| 2.3.2.   | Untersuchungshäufigkeiten auf Basis der strukturierten Interviews.....   | 7  |
| 2.4.     | Analyse der relativen und absoluten Untersuchungshäufigkeiten .....  | 7  |
| 2.4.1.   | Kritische Analyse der Abrechnungsdaten; Anzahl durchgeführter Röntgenaufnahmen bei Abrechnung unterschiedlicher Gebührennummern.....     | 7  |
| 2.4.2.   | Analyse der relativen und absoluten Häufigkeit zahnmedizinischer Röntgenuntersuchungen an Kindern im Bereich KZVN .....                  | 8  |
| 2.4.3.   | Extrapolation auf Untersuchungshäufigkeiten auf Bundesebene.....   | 13 |
| 2.4.4.   | Analyse der relativen Häufigkeit, mit der Dental-CTs oder DVTs an Kindern durchgeführt werden .....                                      | 13 |
| 3.       | Arbeiten zu statistischen Daten geeigneter Messgrößen zur Beurteilung der Strahlenexposition von Kindern.....                            | 14 |
| 3.1.     | Methodik .....   | 14 |
| 3.1.1.   | Auswahl geeigneter Messgrößen .....  | 14 |
| 3.1.2.   | Vorbereitung der Messmittel.....   | 15 |
| 3.2.     | Datenbasis der Teilstudie zur Beurteilung der Strahlenexposition von zahnmedizinischen Röntgenaufnahmen an Kindern.....                  | 19 |
| 3.3.     | Werteverteilung und statistische Daten der Messgrößen .....  | 21 |
| 3.3.1.   | Werteverteilung und statistische Daten zu intraoralen Untersuchungsarten, Panoramaschichtaufnahmen sowie Schädel-Fernaufnahmen .....     | 21 |
| 3.3.2.   | Werteverteilung und statistische Daten zu Dental-CT-Untersuchungen sowie DVT-Untersuchungen.....   | 25 |
| 3.4.     | Analyse der Werteverteilungen der Messgrößen .....   | 26 |
| 3.4.1.   | Allgemeine Betrachtungen zu Panoramaschichtaufnahmen, Schädel-Fernröntgen und intraoralen Aufnahmen.....                                 | 26 |
| 3.4.2.   | Analyse des Einflusses unterschiedlicher Bildempfänger auf die Strahlenexposition bei Panoramaschichtaufnahmen .....                     | 27 |
| 3.4.3.   | Analyse des Einflusses der Tubusblende bei intraoralen Aufnahmen .....   | 28 |
| 3.4.4.   | Analyse des Einflusses verschiedener Bildempfänger bei intraoralen Aufnahmen...  | 29 |
| 3.4.5.   | Korrelation einiger Aufnahmeparameter mit dem zugehörigen Wert des Dosisflächenproduktes .....   | 30 |
| 3.4.6.   | Analyse von $CTDI_w$ / DLP der Dental-CT-Untersuchungen sowie der Werteverteilung des Dosisflächenproduktes bei DVT-Untersuchungen ..... | 31 |
| 4.       | Zusammenfassende Diskussion der Häufigkeitsverteilung sowie der Werteverteilung der Messgrößen der Strahlenexposition .....              | 32 |
| 5.       | Literaturverzeichnis.....  | 34 |
| Anlage 1 | : Häufigkeit der Erbringung von zahnmedizinischen Röntgenleistungen.....   | 35 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Anlage 1.1. | : Häufigkeit der Erbringung von Leistungen durch Zahnmediziner der drei Fachgruppen an Personen der drei analysierten Altersstufen .....  | 35 |
| Anlage 1.2. | : Häufigkeit mit der Zahnmediziner der drei Fachgruppen intraorale Röntgenaufnahmen (Ä925A-Ä925D) für einzelne Zahngebiete abrechnen..... | 37 |
| Anlage 1.3. | : Anzahl der Zahnmediziner der drei Fachgruppen, die die unterschiedlichen betrachteten Gebührennummern abrechnen.....                    | 39 |
| Anlage 2.   | : Statistische Daten zur Häufigkeit von Röntgenaufnahmen .....  | 41 |
| Anlage 2.1  | : Anzahl von Röntgenaufnahmen der drei zahnmedizinischen Fachgruppen .....  | 41 |
| Anlage 2.2. | : Relative Häufigkeit, mit der Röntgenaufnahmen an Personen der Altersstufen AS1 und AS2 erbracht werden.....                             | 43 |
| Anlage 2.3. | : Relative Anteile an Zahnmedizinern, die Aufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 20 bzw. 50 mal im Jahr erbringen .....            | 45 |
| Anlage 3.   | : Erhebungsbögen zur Ermittlung der relativen Häufigkeit zahnmedizinischer Röntgenuntersuchungen an Kindern .....                         | 49 |
| Anlage 4.   | : Erhebungsbögen zur Ermittlung der statistischen Daten zur Beurteilung der Strahlenexposition.....                                       | 52 |
| Anlage 5.   | : Hinweise zur Erhebung der Messgrößen zur Beurteilung der Strahlenexposition .....   | 58 |
| Anlage 6.   | : Kalibrierkurven der in der Studie verwendeten E2-Messkammern.....   | 62 |
| Anlage 7.   | : Zusammenstellung der in der Analyse verwendeten Gerätetypen, Bildempfänger und Aufnahmeparameter sowie der gemessenen DFP-Werte.....    | 64 |
| Anlage 7.1. | Daten der analysierten OPG-Geräte.....  | 64 |
| Anlage 7.2. | Daten der analysierten Tubusgeräte .....  | 69 |
| Anlage 7.3. | Daten der analysierten DVT-Geräte.....  | 75 |

# 1. Einleitung

Die „Patientenschutzrichtlinie“ 97/43/EURATOM fordert die Mitgliedsstaaten der EU auf, diagnostische Referenzwerte (DRW) für die Anwendung ionisierender Strahlung beim Menschen zu erstellen. Für viele Bereiche der Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin wurden bereits Daten erhoben und DRWs veröffentlicht, darunter auch für Röntgenaufnahmen am Körperstamm von Kindern.

Kindliches Gewebe hat eine im Vergleich zu Erwachsenen erhöhte Strahlensensibilität. Zudem haben Kinder eine größere Lebenserwartung. Hierdurch können für Kinder auch Tumore gefährlich werden, die mit einer größeren Latenzzeit entstehen. Darüber hinaus ist es nahe liegend, dass Röntgenuntersuchungen an Kindern aufgrund ihrer im Vergleich zu Erwachsenen in weiten Teilen anderen Anatomie mit deutlich anderen Aufnahmeparametern gemacht werden sollten. Unter anderem diese Überlegungen hatten zur Folge, dass für zahlreiche Untersuchungen neben allgemeinen DRW auch solche für Untersuchungen an Kindern erstellt wurden.

Bei der Überlegung für welche Untersuchungen die Erstellung von DRW überhaupt sinnvoll ist, sind insbesondere zwei Voraussetzungen zu bedenken: 1. DRW sollten nur für hinreichend häufig durchgeführte Untersuchungen erstellt werden. Anderenfalls ist bei einem einzelnen Mediziner die Anzahl an Aufnahmen in einem überschaubaren Zeitraum zu gering, als dass vernünftigerweise die notwendige Mittelung der Expositionswerte durchgeführt werden kann. 2. DRW sollten nur für Untersuchungen erstellt werden, für die ein relevantes Minimierungspotential besteht. Anderenfalls wird durch die DRW eine theoretische Verringerung der Strahlenexposition erzielt, die jedoch ohne praktische Konsequenz bleibt

Im Bereich zahnmedizinischer Röntgenuntersuchungen wurden noch keine DRW veröffentlicht. Es wurden jedoch bereits Vorschläge für DRW für zahnmedizinische Untersuchungen an Erwachsenen gemacht [StSch4436]. Für den Bereich zahnmedizinischer Röntgenuntersuchungen an Kindern in Deutschland liegen nur für einzelne Untersuchungen Studien vor [Looe2006].

Im vorliegenden Forschungsvorhaben StSch4559 wurde die Städtisches Klinikum Braunschweig gGmbH beauftragt, statistische Daten zur Exposition von Kindern bei zahnmedizinischen Röntgenuntersuchungen zur Erstellung von diagnostischen Referenzwerten zu erheben. Die Arbeit wurde vom Klinikum Braunschweig zusammen mit der Arbeitsgruppe Röntgentechnik der TÜV NORD EnSys Hannover GmbH & Co. KG sowie der Arbeitsgruppe Photonenmetrologie der Abteilung „Ionisierende Strahlung“ der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) durchgeführt.

Das Forschungsvorhaben besteht inhaltlich aus zwei Teilen:

Ein Teil befasst sich damit, die relativen Häufigkeiten zu ermitteln, mit denen zahnmedizinische Röntgenuntersuchungen an Kindern durchgeführt werden. Die Arbeiten hierzu werden in Kapitel 2 beschrieben.

Ein zweiter Teil befasst sich damit, statistische Daten geeigneter Messgrößen zur Beurteilung der Strahlenexposition von Kindern zu erheben. Die Arbeiten hierzu werden in Kapitel 3 beschrieben.

## 2. Arbeiten zur Häufigkeit zahnmedizinischer Untersuchungen an Kindern

### 2.1. Methodik

Die relative Häufigkeit, mit der zahnmedizinische Untersuchungen an Kindern durchgeführt werden, wurde in Abhängigkeit der Untersuchungsart auf zwei unterschiedliche Weisen erhoben.

Die Häufigkeit von Untersuchungen, für die eine Abrechnung über die Kassenzahnärztliche Vereinigung möglich ist, wurde auf Basis der Abrechnungsdaten der Kassenzahnärztlichen Vereinigung Niedersachsen (KZVN) erhoben. Es handelt sich hierbei um Panoramaschichtaufnahmen, Schädel-

Fernaufnahmen, spezielle Schädel-Teilaufnahmen sowie Aufnahmen mit intraoralen Bildempfängersystemen. Letztere setzen sich aus Einzelzahnaufnahmen und Bissflügelaufnahmen zusammen. Im folgenden werden diese Aufnahmen als „intraorale Aufnahmen“ bezeichnet.

Die Häufigkeit, mit der Dental-CT Untersuchungen sowie Untersuchungen am dentalen Volumentomographen (DVT) durchgeführt werden, wurde auf Basis von Interviews bei Zahnmedizinern mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens erhoben.

Die Datenerhebung auf Basis der Gebührennummern hat den Vorteil, dass eine weit größere Datenmenge ausgewertet werden kann, als dieses auf Basis von Interviews möglich ist. Nachdem die Abrechnungsdaten der KZVN für die Projektfragestellung zur Verfügung standen, wurden daher keine weiteren Daten zur Häufigkeit der Durchführung von intraoralen Aufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen und Schädel-Fernaufnahmen auf Basis von Interviews erhoben und die bis dahin erhobenen Daten, wenngleich vorhanden, nicht systematisch analysiert.

## **2.2. Datenbasis der Untersuchung zur Häufigkeit von zahnmedizinischen Untersuchungen an Kindern**

### **2.2.1. Datenbasis zur Untersuchung der Häufigkeit von intraoralen Aufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen und Schädel-Fernaufnahmen**

Die relative Häufigkeit, mit der intraorale Aufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen und Schädel-Fernaufnahmen an Kindern durchgeführt werden, wurde anhand der Abrechnungsdaten der KZVN des Zeitraums September 2006 bis August 2007 analysiert. Im Datensatz sind sämtliche an gesetzlich versicherten Personen abgerechneten röntgenologischen Leistungen des Zeitraums für den Bereich Niedersachsen enthalten.

Der Datensatz enthält die Leistungen aus dem konservativ-chirurgischen Bereich (KCH) sowie diejenigen aus dem kieferorthopädischen Bereich (KFO). Bei den Zahnmedizinern werden als Fachgruppen die Zahnärzte, Kieferorthopäden und Kieferchirurgen unterschieden. Die Leistungserbringer wurden von der KZVN im Datensatz anonymisiert, jedoch können alle Leistungen jedes einzelnen Zahnmediziners aus dem Gesamtzeitraum diesem über eine eindeutige Codenummer zugeordnet werden. Die Leistungen jedes Zahnmediziners sind im Datensatz, untergliedert nach dem Alter der Person, bei der eine Leistung erbracht wurde, enthalten. Für Personen im Alter zwischen 0 Jahren und 15 Jahren sind die Leistungen nach dem Lebensjahr separiert im Datensatz enthalten; Leistungen, die an Personen ab dem 16ten Geburtstag erbracht werden, sind kumuliert enthalten. In Tabelle 1 ist der Aufbau des Datensatzes skizziert.

| <b>Datenbezeichnung</b> | <b>Beschreibung Inhalt</b>                             |
|-------------------------|--|
| Abrechnungsbereich      | (KCH, KFO)   |
| Fachgebiet              | (Vertragszahnarzt, Kieferorthopäde, Kieferchirurg)     |
| Gebührennummer          | Röntgenleistungen laut BEMA <sup>1</sup>               |
| Zahnnummer              | Zahnangabe (laut FDI <sup>2</sup> ) nur im Bereich KCH |
| Kennzeichnung           | 0-5 nur im Bereich KCH                                 |
| Alter                   | Alter des Versicherten                                 |
| Anzahl                  | Anzahl der abgerechneten Leistungen                    |

**Tabelle 1:** Aufbau des Datensatzes der KZVN

In Tabelle 2 sind die im Datensatz enthaltenen Gebührennummern zusammen mit den zugehörigen Untersuchungsarten aufgelistet.

<sup>1</sup> BEMA: Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen

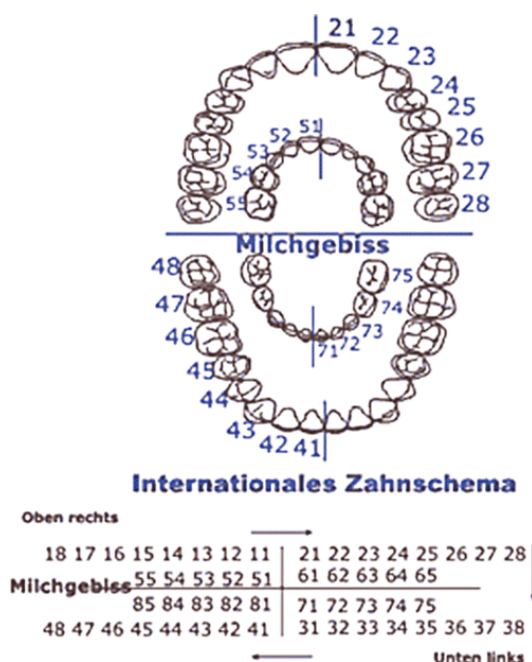
<sup>2</sup> FDI: Fédération Dentaire International



| Gebührennummer | Erbrachte Leistung                                    |
|----------------|---|
| Ä925A          | Röntgendiagnostik der Zähne (bis 2 Aufnahmen)         |
| Ä925B          | Röntgendiagnostik der Zähne (bis 5 Aufnahmen)         |
| Ä925C          | Röntgendiagnostik der Zähne (bis 8 Aufnahmen)         |
| Ä925D          | Röntgendiagnostik der Zähne (mehr als 8 Aufnahmen)    |
| Ä934A          | Schädel (1 Aufnahme)                                  |
| Ä934B          | Schädel (2 Aufnahmen)                                 |
| Ä934C          | Schädel (mehr als 2 Aufnahmen)                        |
| Ä935A          | Teilaufnahme Schädel (1 Aufnahme)                     |
| Ä935B          | Teilaufnahme Schädel (2 Aufnahmen)                    |
| Ä935C          | Teilaufnahme Schädel (mehr als 2 Aufnahmen)           |
| Ä935D          | Panoramaschichtaufnahme mit Orthopantomographen (OPG) |

**Tabelle 2:** Zuordnung der Gebührennummern zu durchgeführten Untersuchungsarten

Bei intraoralen Aufnahmen wird durch die Gebührennummer nur die eigentliche Röntgenleistung beschrieben; eine Information zum im Einzelfall geröntgten Zahn ist dennoch im Datensatz enthalten. Der Grund hierfür ist, dass Leistungserbringer aus dem KCH-Bereich verpflichtet sind, bei der Abrechnung entsprechender Ziffern eine Angabe über den jeweils geröntgten Zahn zu machen. Im Datensatz ist diese Information über die Angabe der Zahnnummer enthalten. Ein Codierungsschema der Zähne ist in Abbildung 1 dargestellt. Bei den Leistungen aus dem KFO-Bereich ist die Zahnbereichsinformation nicht enthalten. Der sich hieraus ergebende Fehler ist gleichwohl gering. Grund hierfür ist, dass der Anteil an Leistungen aus dem KFO-Bereich bezogen auf die Anzahl der KCH-Leistungen für die Gebührennummern Ä925 für Kinder bei etwa 2,4% und bei Erwachsenen weit unter 1% beträgt.



**Abbildung 1:** Internationales Zahnschema

Im KCH-Bereich besteht weiterhin eine Verpflichtung den Anlass einer Röntgenaufnahme zu dokumentieren. Dieser ist im Datensatzfeld „Kennzeichnung“ enthalten; eine Aufschlüsselung über den möglichen Inhalt des Feldes gibt Tabelle 3.

| Codenummer | Beschreibung Inhalt                       |
|------------|---|
| 0          | Bissflügelaufnahme (NUR Ä925a oder Ä925b) |
| 1          | Kons./Chir. Behandlung                    |
| 2          | Gelenkaufnahme                            |
| 3          | Kieferorthopädische Behandlung            |
| 4          | Parodontose-Behandlung                    |
| 5          | Versorgung mit Zahnersatz / Zahnkronen    |

**Tabelle 3:** Codierung des Datensatzfeldes „Kennzeichnung“

Während die Codenummern 1-5 des Kennzeichnungsfeldes für die Analyse unerheblich sind, ist der Feldinhalt 0 relevant, um Einzelzahn- von Bissflügelaufnahmen zu separieren. Zusätzlich zur Analyse der relativen Häufigkeit von zahnmedizinischen Untersuchungen an Kindern wurde in der vorliegenden Studie die Absoluthäufigkeit mit der Untersuchungen an Kindern in Deutschland durchgeführt werden, abgeschätzt. Basis für die Abschätzung der Untersuchungshäufigkeit ist das Jahrbuch der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) [KZBV2007]. In dem Jahrbuch ist für zahlreiche Gebührennummern die auf Bundesebene kumulierte Anzahl erbrachter Leistungen für das Jahr 2006 enthalten.

Die Unsicherheit mit der die relative sowie die absolute Häufigkeit von röntgendiagnostischen Untersuchungen an Kindern in dieser Studie bestimmt werden, wird in Abschnitt 2.4 diskutiert.

### **2.2.2. Datenbasis zur Untersuchung der Häufigkeit von Dental-CT-Untersuchungen sowie DVT-Untersuchungen an Kindern**

Zahnmediziner betreiben nicht selber CTs [Rother06]. Aus diesem Grund wurden die Zahnmediziner der Stichprobe nicht nach der eigenen Durchführung von Dental-CT-Untersuchungen, sondern nach der Überweisung von Patienten zu eben diesen Untersuchungen befragt. Es wurden mehr als 75 Zahnmediziner befragt.

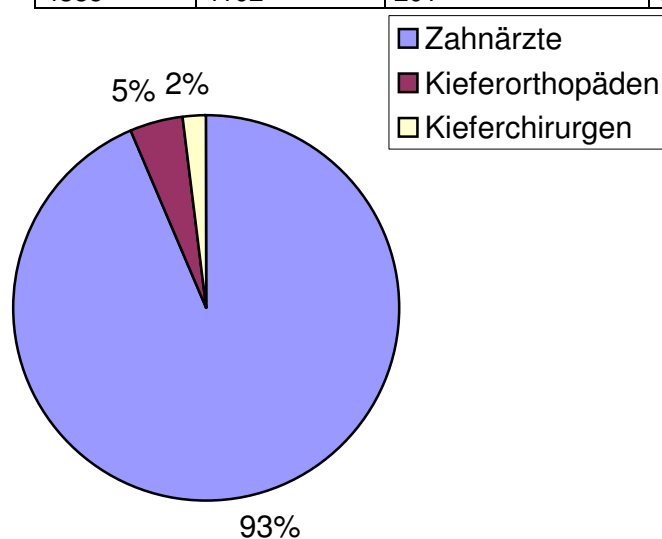
Die Häufigkeit, mit der DVT-Untersuchungen an Kindern durchgeführt werden, wurde einerseits an den Stellen erhoben, bei denen DFP-Werte gemessen wurden. Darüber hinaus wurden unselektiert weitere 15 Zahnmediziner aus etwa 95 Betreibern, die in der Betreiberliste der Firma NewTom aufgeführt waren, nach ihrem Untersuchungsverhalten befragt.

## **2.3. Untersuchungshäufigkeiten**

### **2.3.1. Untersuchungshäufigkeiten auf Basis der Daten der KZVN**

Im analysierten Abrechnungszeitraum wurden von insgesamt 4385 Zahnmedizinern Leistungen abgerechnet. Die Gesamtheit setzt sich aus 4102 Zahnärzten, 201 Kieferorthopäden und 82 Kieferchirurgen zusammen, s. Abbildung 2.

|        |           |                  |                 |
|--------|-----------|------------------|-----------------|
| gesamt | Zahnärzte | Kieferorthopäden | Kieferchirurgen |
| 4385   | 4102      | 201              | 82              |



**Abbildung 2:** Zusammensetzung der Leistungserbringer im analysierten Datensatz

Insgesamt wurden im Bereich der KZVN im analysierten Abrechnungszeitraum etwa 2,37 Millionen Leistungen aus dem röntgenologischen Bereich abgerechnet. Diese teilen sich auf die unterschiedlichen Gebührennummern wie in Tabelle 4 angegeben auf.

| Gebührennummer | Anzahl Leistungen (Niedersachsen) |           |                  |                 | Anzahl Leistungen (Deutschland) | Rel. Anteil Leistungen in Niedersachsen [%] |
|----------------|-----------------------------------|-----------|------------------|-----------------|---------------------------------|---|
|                | Gesamt                            | Zahnärzte | Kieferorthopäden | Kieferchirurgen |                                 |   |
| Ä925A          | 1.488.898                         | 1.466.712 | 1.526            | 20.660          | 18.121.500                      | 8,2   |
| Ä925B          | 42.112                            | 41.917    | 12               | 183             | 821.600                         | 5,1   |
| Ä925C          | 5036                              | 5.027     | 1                | 8               | 121.200                         | 4,1   |
| Ä925D          | 5709                              | 5.690     | 6                | 13              | 175.200                         | 3,2   |
| Ä934A          | 54.183                            | 7.244     | 46.505           | 434             | 731.800                         | 7,4   |
| Ä934B          | 297                               | 41        | 5                | 251             |                                 |   |
| Ä934C          | 74                                | 36        | 0                | 38              |                                 |   |
| Ä935A          | 2.996                             | 1.389     | 31               | 1.576           | 47.300                          | 6,3   |
| Ä935B          | 509                               | 155       | 1                | 353             |                                 |   |
| Ä935C          | 374                               | 127       | 7                | 240             |                                 |   |
| Ä935D          | 821.434                           | 701.224   | 64.858           | 55.352          | 6.722.200                       | 12,2  |

**Tabelle 4:** Häufigkeit von zahnmedizinischen Röntgenleistungen auf Niedersachsen- und Bundesebene

Auf Wunsch des BfS wurde für zwei Altersstufen von Personen die Häufigkeit von zahnmedizinischen Röntgenleistungen separat betrachtet: 1. Personen im Alter von 0 Jahren bis 10 Jahren (AS1) und 2. Personen im Alter von 11 Jahren bis 15 Jahren (AS2). Alle Personen ab dem vollendeten 16.

Lebensjahr werden als Erwachsene (AS3) betrachtet. In Tabelle 5 ist die Häufigkeit aufgelistet, mit der Gebührennummern im analysierten Abrechnungszeitraum für Personen der drei Altersstufen abgerechnet wurden.

| Gebührennummer | AS1    | AS2    | AS3       |
|----------------|--------|--------|-----------|
| Ä925A          | 15.595 | 33.758 | 1.439.545 |
| Ä925B          | 236    | 578    | 41.298    |
| Ä925C          | 12     | 18     | 5.006     |
| Ä925D          | 5      | 32     | 5672      |
| Ä934A          | 10.449 | 35.844 | 7.840     |
| Ä934B          | 9      | 13     | 275       |
| Ä934C          | 1      | 4      | 69        |
| Ä935A          | 75     | 225    | 2.696     |
| Ä935B          | 11     | 24     | 474       |
| Ä935C          | 4      | 22     | 348       |
| Ä935D          | 34.006 | 74.147 | 713.281   |

**Tabelle 5:** Häufigkeit von Röntgenleistungen an Personen der drei analysierten Altersstufen

Viele der zahnmedizinischen Röntgenleistungen werden nicht von sämtlichen Zahnmedizinern, die röntgenologisch tätig sind, erbracht. In Tabelle 6 ist der Anteil der Zahnmediziner aufgelistet, der die analysierten Gebührennummern an Personen der Gruppe AS1, AS2 bzw. AS3 erbringt. Dabei wird an dieser Stelle noch keine Analyse der Häufigkeit angestellt, mit der Leistungen von unterschiedlichen zahnmedizinischen Fachgruppen erbracht werden. Dieses geschieht in Abschnitt 2.4.

| Gebührennummer | AS1  | AS2  | AS1 oder AS2 | AS3  |
|----------------|------|------|--------------|------|
| Ä925A          | 68,2 | 85,7 | 88,8         | 95,7 |
| Ä925B          | 1,9  | 7,8  | 9,0          | 73,1 |
| Ä925C          | 0,1  | 0,3  | 0,3          | 25,6 |
| Ä925D          | 0,1  | 0,6  | 0,7          | 17,7 |
| Ä934A          | 10,8 | 12,6 | 12,6         | 9,6  |
| Ä934B          | 0,1  | 0,4  | 0,4          | 0,5  |
| Ä934C          | 0,0  | 0,1  | 0,1          | 0,2  |
| Ä935A          | 1,1  | 2,2  | 2,7          | 5,9  |
| Ä935B          | 0,1  | 0,3  | 0,4          | 1,3  |
| Ä935C          | 0,1  | 0,3  | 0,3          | 0,8  |
| Ä935D          | 68,8 | 85,1 | 87,4         | 93,5 |

**Tabelle 6:** Anteil an zahnmedizinischen Leistungserbringern in Prozent, die Röntgenleistungen im analysierten Zeitraum abrechnen, unabhängig davon, wie oft eine Ziffer von einem Zahnmediziner im Zeitraum für Personen einer Altersstufe abgerechnet wird.

Eine detaillierte Auflistung der Häufigkeit, mit der Zahnmediziner der drei Fachgruppen Leistungen für Personen der Gruppen AS1, AS2 bzw. AS3 abrechnen, ist in Anlage 1 zusammengestellt. Ebenso ist dort eine detaillierte Aufstellung darüber beigefügt, wie oft einzelne Zahnbereiche von den zahnmedizinischen Fachgruppen bei den Leistungen Ä925A-Ä925D jeweils als Zahngebiet der Leistungserbringung angegeben wurden. Weiterhin ist in Anlage 1 aufgeführt, wie viele der Zahnmediziner der drei Fachgruppen die unterschiedlichen röntgendiagnostischen Leistungen erbringen.

### 2.3.2. Untersuchungshäufigkeiten auf Basis der strukturierten Interviews

Bei mehr als 75 befragten niedergelassenen Zahnmedizinern innerhalb der Datenerhebung wurde von keinem angegeben, dass er Dental-CT-Untersuchungen an Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 durchführen lässt. Gleichmaßen wurde von den in der Befragung eingeschlossenen Krankenhäusern und Universitätskliniken angegeben, dass sie keine Dental-CT-Untersuchungen an Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 durchführen. Ein Krankenhaus bildet hierbei eine Ausnahme. Hier wurden bis Ende 2007 noch etwa 3,4% der Dental-CT-Untersuchungen an Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 durchgeführt, s. Tabelle 7.

| Kalenderjahr | Untersuchungen AS1 oder AS2 | Untersuchungen AS3 | Anteil an Untersuchungen in AS1 oder AS2 |
|--------------|-----------------------------|--------------------|--|
| 2006         | 3                           | 100                | 2,9%                                     |
| 2007         | 6                           | 168                | 3,4%                                     |

**Tabelle 7:** Anzahl Dental-CT-Untersuchungen in dem einen Krankenhaus welches im Projektzeitraum noch Dental-CT-Untersuchungen an Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 durchgeführt hat.

Bei den Zahnmedizinern, die DVT-Untersuchungen durchführen, zeigte sich ein uneinheitliches Bild der Häufigkeit, mit der DVT-Untersuchungen an Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 durchgeführt werden. An den Kliniken, die in der Erhebung enthalten waren, werden 2,6%, 3,3% bzw. 13,3% der DVT-Untersuchungen an Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 durchgeführt. Bei den meisten befragten, niedergelassenen Zahnmedizinern hingegen werden nach Angabe so gut wie keine DVT-Untersuchungen an Kindern durchgeführt. In einer Praxis werden nach Angabe Kinder mit einer relativen Häufigkeit von etwa 6% untersucht. In den anderen Praxen werden nur in Einzelfällen Kinder untersucht. Dreizehn der Praxen gaben an, überhaupt keine Kinder untersucht zu haben.

## 2.4. Analyse der relativen und absoluten Untersuchungshäufigkeiten

### 2.4.1. Kritische Analyse der Abrechnungsdaten; Anzahl durchgeführter Röntgenaufnahmen bei Abrechnung unterschiedlicher Gebührennummern

Die Gebührennummern bilden die von Zahnmedizinern erbrachten röntgenologischen Leistungen recht genau ab. Gleichwohl bestehen Unsicherheiten, die aus einer nicht in jedem Punkt exakten Zuordnung der Gebührennummern zur Häufigkeit oder Art der Röntgenaufnahmen resultieren. Die Gebührennummern Ä925A-D entsprechen nicht in jedem Einzelfall einer exakten Anzahl erbrachter Röntgenleistungen, s. Tabelle 2. Nach fachlicher Einschätzung lässt sich die im Mittel erbrachte Anzahl an Leistungen jedoch gut abschätzen [VisKZV2008]. Insbesondere ist nicht anzunehmen, dass bei zahnmedizinischen Röntgenleistungen an Kindern, die nach den Gebührennummern Ä925A-D abgerechnet wurden, die im Mittel erbrachte Anzahl an Aufnahmen systematisch von derjenigen bei Erwachsenen abweicht. Die im Mittel bei den unterschiedlichen Gebührennummern erbrachte Anzahl an Leistungen ist wie folgt abzuschätzen

| Gebührennummer | Mittlere Anzahl durchgeführter Röntgenaufnahmen |
|----------------|---|
| Ä925A          | 1,4 ± 0,15                                      |
| Ä925B          | 4 ± 0,3   |
| Ä925C          | 7 ± 0,3   |
| Ä925D          | 9,5 ± 0,5                                       |

Die Zahnregion, die bei den Gebührennummern Ä925A-D von den Zahnmedizinern angegeben wird, ist bei Ä925A als stimmig anzunehmen. Bei Ä925B ist in 50% der Fälle von einer lokalen Durchführung von Mehrfachaufnahmen auszugehen, die durch Komplikationen bei der Diagnostik begründet sind. In den verbleibenden 50% ist davon auszugehen, dass die angegebene Zahnposition exemplarisch für eine beinhaltete Zahnregion steht, jedoch mehrere nicht lokal zusammenhängende Läsionen diagnostisch untersucht werden. Bei Ä925C und Ä925D ist allgemein davon auszugehen, dass die Aufnahmen zu gleichen Teilen in den Zahnregionen verteilt gemacht wurden, z.B. im Rahmen einer Zahnstatuserhebung [VisKZV2008].

Die Unsicherheit in der Häufigkeit und der Position der Einzelzahnaufnahmen ist in praxi deutlich geringer, als sich anhand der obigen, kritischen Reflexion vermuten lässt. Die Ursache hierfür ist, dass die Summe der in Ä925B-D abgerechneten Röntgenaufnahmen nur etwa 10% der Gesamtzahl durchgeführter Einzelzahnaufnahmen ausmacht. Ä925B-D bilden somit nur eine kleine Korrektur der Daten von Ä925A. Zudem ist es plausibel anzunehmen, dass sich, wie oben bereits erwähnt, die Anzahl von Aufnahmen bei Kindern bei der Abrechnung gleich der bei Erwachsenen verhält.

In der Studie zur Erarbeitung von Vorschlägen für diagnostische Referenzwerte für zahnmedizinische Röntgenuntersuchungen an Erwachsenen wurde zwischen einer „vorderen“ und einer „hintere“ Bissflügelaufnahme unterschieden. Auf Anraten der beratenden Zahnmediziner (Nels, Rother, Urbach, Visser) und auf Basis der eigenen Erfahrung bei den Interviews mit Zahnmedizinern, s. Abschnitt 2.1, wurde diese Unterscheidung in der vorliegenden Studie nicht verwendet. Es wird allgemein eine „Bissflügelaufnahme“ angenommen, welche abrechnungstechnisch durch das Abrechnungskennzeichen „0“ bei den Gebührennummern Ä925A-D gekennzeichnet ist, s. Tabelle 3.

Die Gebührennummern Ä934A-B sowie Ä935A-B und Ä935D sind in Bezug auf die Häufigkeit einer Röntgenaufnahme exakt.

Bei den Gebührennummern Ä934C sowie Ä935C ist keine obere Grenze an möglichen Aufnahmen angegeben. Aus fachlichen Überlegungen ist die im Mittel durchgeführte Anzahl an Untersuchungen für diese Gebührennummern jedoch mit  $3,5 \pm 0,5$  anzunehmen.

Die Gebührennummern Ä935A-C fassen unterschiedliche, mögliche röntgenologische Spezialuntersuchungen zusammen, z.B. Aufbissaufnahme, Klementschtsch-Aufnahme, Schädel-Teilaufnahme. Alle diese Untersuchungen werden in der Praxis extrem selten durchgeführt. Insofern werden diese Untersuchungen im folgenden als „Spezialuntersuchungen“ zusammengefasst betrachtet.

Datenfehler, die durch eine fehlerhafte Codierung der Leistungen entstehen, werden in dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt. Der Grund hierfür ist, dass sich zufällige Codierungsfehler bei der großen Anzahl betrachteter Leistungen herausmitteln sollten.

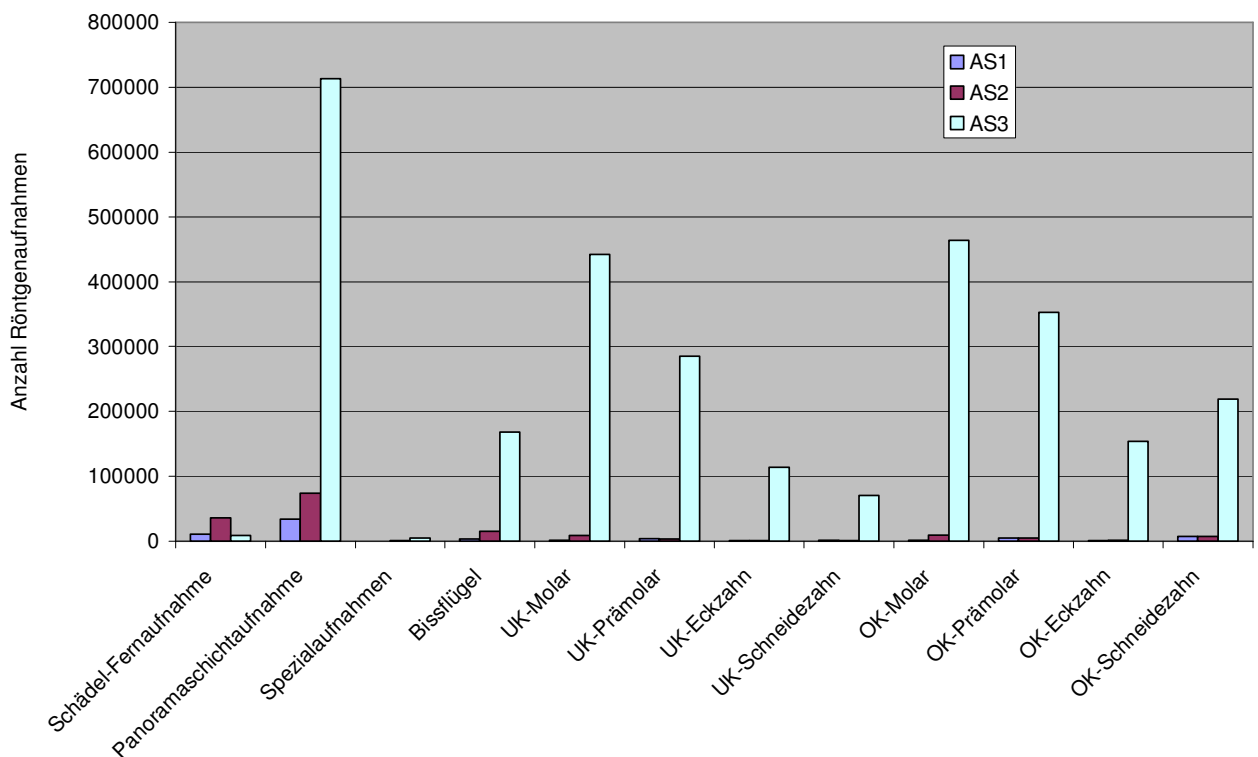
#### **2.4.2. Analyse der relativen und absoluten Häufigkeit zahnmedizinischer Röntgenuntersuchungen an Kindern im Bereich KZVN**

In Abbildung 3 ist die Anzahl an Röntgenaufnahmen, die im Bereich der KZVN im analysierten Abrechnungszeitraum für Personen der drei betrachteten Altersstufen erbracht wurden, graphisch dargestellt. Die Gebührennummern wurden hierzu nach dem in Abschnitt 2.4.1 beschriebenen Ver-

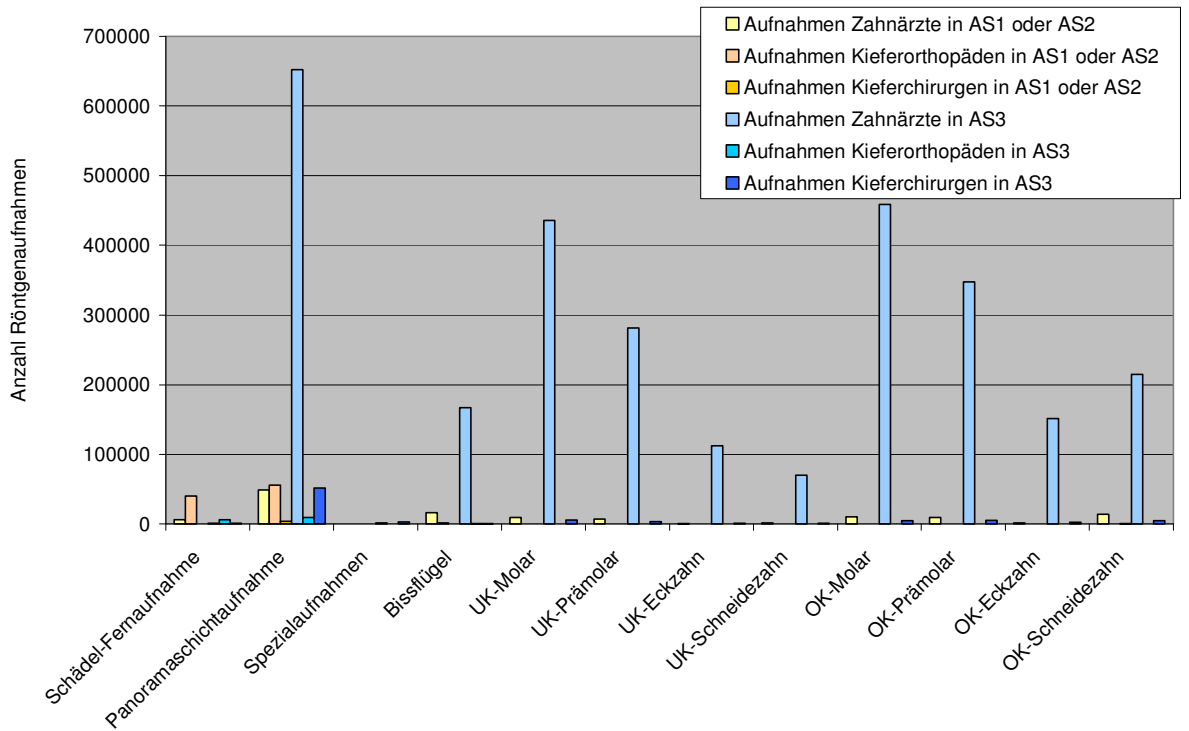
fahren in Röntgenaufnahmen umgerechnet. Die Daten sind zusammen mit Angabe der zugehörigen Unsicherheit in Anlage 2 beigefügt.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die meisten zahnmedizinischen Röntgenuntersuchungen nur in einem sehr geringen Umfang an Kindern erbracht werden. Einzig Schädel-Fernaufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen sowie in geringerem Umfang Bissflügel- und Einzelzahnaufnahmen im Bereich der Molaren werden in nennenswerter Anzahl angefertigt. Auffallend ist, dass bei Schädel-Fernaufnahmen entgegen den sonstigen Untersuchungsarten, mehr Untersuchungen an Kindern erbracht werden als an Erwachsenen. Eine Erklärung hierfür ist nahe liegend, wenn die Verteilung betrachtet wird, in der die unterschiedlichen zahnmedizinischen Fachgruppen Röntgenaufnahmen anfertigen, s. Abbildung 4. Auch hierzu sind die Daten in Anlage 2 tabellarisch beigefügt. Es ist zu erkennen, dass die bei Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 vergleichsweise häufig durchgeführten Schädel-Fernaufnahmen sowie Panoramaschichtaufnahmen, insbesondere auch sehr stark von Kieferorthopäden erbracht werden. Fachlich ist hier die Indikation die kieferorthopädische Behandlung der Kinder. Für weitergehende röntgenologische Untersuchungen an Kindern ist nur in Ausnahmefällen eine Indikation gegeben, was sich in der geringen Häufigkeit widerspiegelt, mit der sonstige Untersuchungen angefertigt werden.

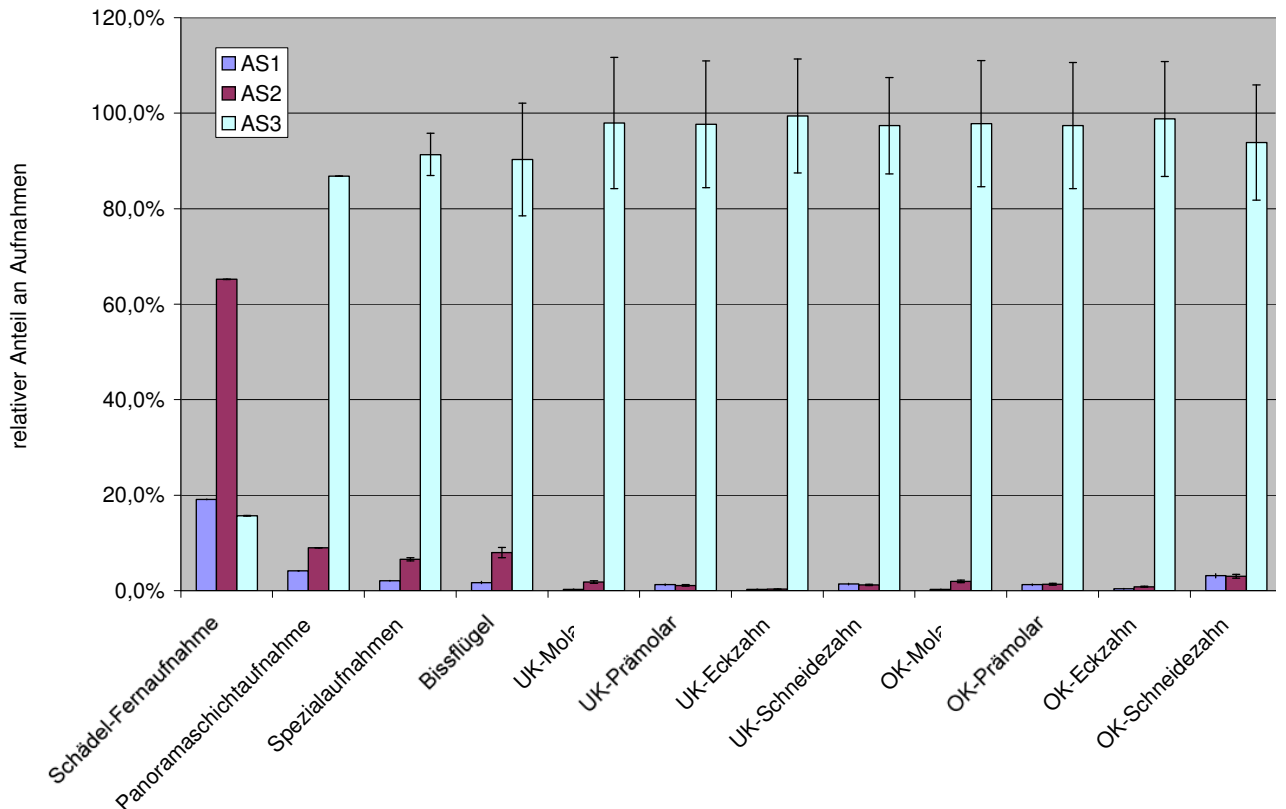
In Abbildung 5 ist der relative Anteil an Röntgenaufnahmen, die an Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 angefertigt werden, bezogen auf die Gesamtheit aller durchgeführten Aufnahmen dargestellt.



**Abbildung 3:** Anzahl an Röntgenaufnahmen an Personen der Altersstufen AS1, AS2 oder AS3 durch Zahnmediziner im analysierten Zeitraum



**Abbildung 4:** Anzahl an Röntgenaufnahmen der drei zahnmedizinischen Fachgruppen an Personen der Altersstufen AS1, AS2 oder AS3 im analysierten Zeitraum



**Abbildung 5:** Relativer Anteil von Aufnahmen an Personen der Altersstufen AS1, AS2 und AS3 bezogen auf die Gesamtheit angefertigter Aufnahmen; die angegebene Unsicherheit ergibt sich aus den Betrachtungen in Abschnitt 2.4.1

In Tabelle 8 sowie Anlage 2 sind die Werte tabellarisch aufgeführt.



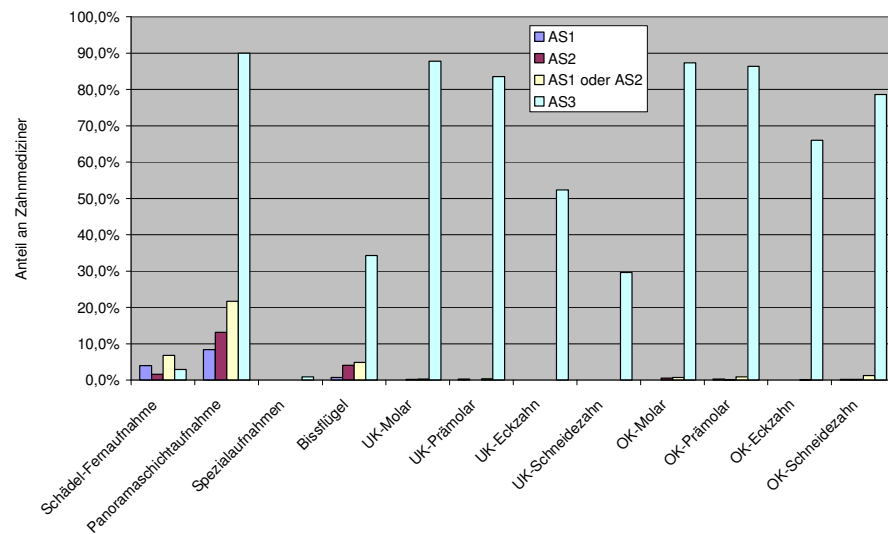
| Untersuchungsart        | AS1       | AS2       | AS3         |
|-------------------------|-----------|-----------|-------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 19,1%±0%  | 65,2%±0%  | 15,7%±0,1%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 4,1%±0%   | 9%±0%     | 86,8%±0%    |
| Spezialaufnahmen        | 2,1%±0,1% | 6,6%±0,3% | 91,3%±4,4%  |
| Bissflügel              | 1,7%±0,2% | 8%±1,1%   | 90,3%±11,8% |
| UK-Molar                | 0,3%±0%   | 1,8%±0,3% | 97,9%±13,7% |
| UK-Prämolar             | 1,2%±0,2% | 1,1%±0,2% | 97,7%±13,3% |
| UK-Eckzahn              | 0,3%±0%   | 0,3%±0%   | 99,4%±11,9% |
| UK-Schneidezahn         | 1,4%±0,2% | 1,2%±0,1% | 97,4%±10,1% |
| OK-Molar                | 0,2%±0%   | 1,9%±0,3% | 97,8%±13,2% |
| OK-Prämolar             | 1,2%±0,2% | 1,3%±0,2% | 97,4%±13,2% |
| OK-Eckzahn              | 0,4%±0,1% | 0,8%±0,1% | 98,8%±12%   |
| OK-Schneidezahn         | 3,1%±0,4% | 3%±0,4%   | 93,9%±12,1% |

**Tabelle 8:** Relativer Anteil von Röntgenaufnahmen an Personen der Altersstufen AS1, AS2 und AS3 bezogen auf die Gesamtheit angefertigter Aufnahmen; die angegebene Unsicherheit ergibt sich aus den Betrachtungen in Abschnitt 2.4.1

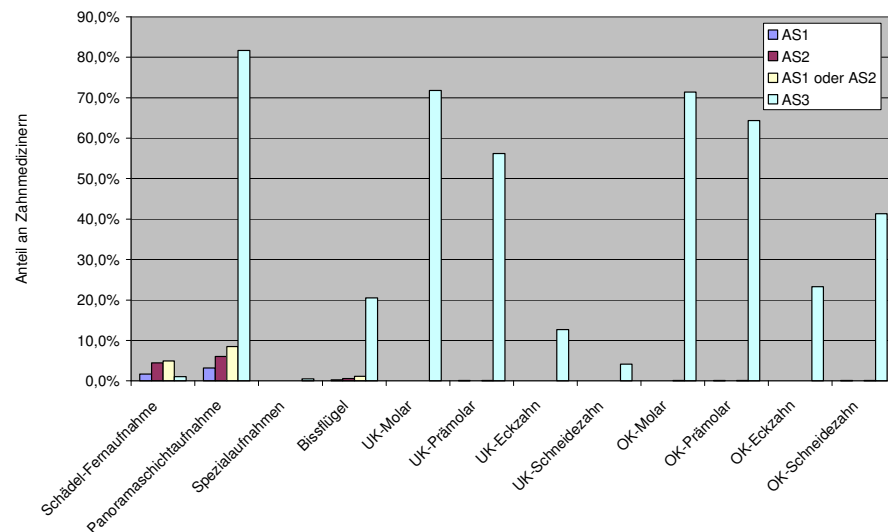
Das bereits auf Basis der absoluten Häufigkeit von Röntgenuntersuchungen gewonnene Bild, wird durch die relativen Häufigkeiten bestätigt. Schädel-Fernaufnahmen werden zu mehr als 85% bei Personen bis zum vollendeten 16. Lebensjahr gemacht. Die dominante Rolle der Kieferorthopäden bei der Durchführung von Schädel-Fernaufnahmen legt den eindeutigen Zusammenhang mit kieferorthopädischer Behandlung nahe. Die Untersuchungsart mit der zweithöchsten relativen Häufigkeit ist die Panoramaschichtaufnahme mit etwa 13%. Die im Vergleich zur Schädel-Fernaufnahme kleine relative Häufigkeit täuscht darüber hinweg, dass die Untersuchungsart absolut sogar häufiger als Schädel-Fernaufnahmen bei Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 durchgeführt wird. Die kleinere relative Häufigkeit ist dadurch begründet, dass Panoramaschichtaufnahmen auch bei Personen ab dem 17. Lebensjahr noch oft durchgeführt werden, was für die Schädel-Fernaufnahmen nicht zutrifft. Die nächst häufigen Untersuchungen sind Bissflügelaufnahmen mit etwa 10% relativer Häufigkeit, Spezialaufnahmen mit etwa 9% und Einzelzahnaufnahmen im Bereich der Oberkiefer-Schneidezähne mit etwa 6%. Die im Vergleich noch nennenswerte Häufigkeit dieser Untersuchungsarten ergibt sich aus spezifischen zahnmedizinischen Fragestellungen, die auch im Kinder- und Jugendalter auftreten können. Die Bissflügelaufnahmen werden bei hoher Kariesneigung zur Kariesdiagnostik eingesetzt. Die Aufnahmen der Oberkiefer-Schneidezähne sind teilweise nach einem Sturz indiziert, genauso wie Spezialaufnahmen. Diese Unfälle treten relativ häufiger im Kindesalter als bei Erwachsenen auf.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, statistische Daten zur Erstellung diagnostischer Referenzwerte für zahnmedizinische Röntgenuntersuchungen zu erarbeiten. Diagnostische Referenzwerte sind dabei allgemein im Sinne einer Optimierung für solche Untersuchungen sinnvoll, die einerseits ein hinreichendes Minimierungspotential in der Strahlenexposition bieten und die andererseits hinreichend oft durchgeführt werden. Die bislang betrachteten absoluten und relativen Häufigkeiten zahnmedizinischer Untersuchungen entsprechen einer Mittelung über alle röntgenologisch tätigen Zahnmediziner. Gleichwohl wurde schon bei der separaten Betrachtung der drei zahnmedizinischen Fachgruppen deutlich, dass die Untersuchungsarten nicht gleich verteilt erbracht werden. Insbesondere gibt es neben vielen Zahnmedizinern, die nur eine geringe Anzahl an Röntgenuntersuchungen durchführen, einzelne Zentren mit einer deutlich höheren Anzahl an Untersuchungen. Zur Abschätzung, welche Untersuchungsarten von einer größeren Anzahl an röntgenologisch tätigen Zahnmedizinern mit hinreichender Häufigkeit durchgeführt werden, ist in Abbildung 6 der Anteil an Zahnmedizinern dargestellt, die im analysierten Abrechnungszeitraum mehr als 20 Aufnahmen einer

Untersuchungsart durchführen; in Abbildung 7 ist der Anteil derjenigen dargestellt, die mehr als 50 Untersuchungen durchführen. Die tabellarischen Werte sind in Anlage 2 beigefügt.



**Abbildung 6:** Anteil an Zahnmedizinern die mehr als 20 Aufnahmen einer Untersuchungsart an Personen der Altersstufen AS1, AS2 oder AS3 im analysierten Abrechnungszeitraum erbringen, bezogen auf alle Zahnmediziner, die eine Untersuchungsart erbringen als Gesamtheit



**Abbildung 7:** Anteil an Zahnmedizinern die mehr als 50 Aufnahmen einer Untersuchungsart an Personen der Altersstufen AS1, AS2 oder AS3 im analysierten Abrechnungszeitraum erbringen, bezogen auf alle Zahnmediziner, die eine Untersuchungsart erbringen als Gesamtheit

Nur bei Schädel-Fernaufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen und Bissflügelaufnahmen fertigen mehr als 5% der Zahnmediziner mehr als 20 Aufnahmen im Betrachtungszeitraum an. Absolut handelt es sich im bei den Untersuchungsarten um jeweils etwa 300, 950 bzw. 210 Zahnmediziner.

Mehr als 50 Aufnahmen im Jahr werden nur bei Panoramaschichtaufnahmen und Schädel-Fernaufnahmen von mehr als 5% derjenigen angefertigt, die die Untersuchungsart durchführen. Absolut handelt es sich im analysierten Bereich der KZVN um etwa 220 bzw. 370 Zahnmediziner.

### 2.4.3. Extrapolation auf Untersuchungshäufigkeiten auf Bundesebene

Die Informationen der KZBV ermöglichen es, für einige der analysierten Untersuchungsarten eine absolute jährliche Anzahl an Untersuchungen im Jahr abzuschätzen, s. Tabelle 9. Neben den Daten aus Tabelle 4 ist es notwendig, von der Anzahl an Untersuchungen, die im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen erbracht werden, auf die Gesamtheit erbrachter Untersuchungen zu schließen. Hierzu wird für die Abschätzung von einem Anteil von 10% Personen ausgegangen, die in einer privaten Krankenversicherung versichert sind. Bei der Extrapolation wird angenommen, dass sich die Aufnahmen, die einer Gebührennummer zuzuordnen sind, genauso auf Untersuchungsarten verteilen, wie dieses im Bereich der KZVN der Fall ist.

| Untersuchungsart        | Anzahl Untersuchungen gesamt | Anzahl Untersuchungen in AS1 und AS2 |
|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 804.980                      | 678.732                              |
| Panoramaschichtaufnahme | 7.394.420                    | 973.576                              |
| Spezialaufnahmen        | 52.030                       | 4.506                                |
| Bissflügel              | 2.726.871                    | 264.118                              |
| UK-Molar                | 6.609.429                    | 138.909                              |
| UK-Prämolar             | 4.275.755                    | 100.150                              |
| UK-Eckzahn              | 1.672.275                    | 10.150                               |
| UK-Schneidezahn         | 1.063.609                    | 27.873                               |
| OK-Molar                | 6.940.399                    | 150.650                              |
| OK-Prämolar             | 5.302.256                    | 137.390                              |
| OK-Eckzahn              | 2.278.287                    | 27.998                               |
| OK-Schneidezahn         | 3.417.350                    | 210.145                              |

**Tabelle 9:** Extrapolation der im Bereich der KZVN ermittelten relativen Häufigkeiten von Aufnahmen unterschiedlicher zahnmedizinischer Untersuchungsarten auf absolute Häufigkeiten auf Bundesebene

### 2.4.4. Analyse der relativen Häufigkeit, mit der Dental-CTs oder DVTs an Kindern durchgeführt werden

Es kann auf Basis der Stichprobe davon ausgegangen werden, dass Dental-CT-Untersuchungen an Kindern nur lokal in Ausnahmefällen durchgeführt werden. Diese Beobachtung ist nicht grundlegend verwunderlich. Einerseits gibt es bei Kindern für die Anwendung der Schnittbilddiagnostik wenige Indikationen und andererseits wird vor dem Hintergrund der Strahlenexposition besonders oft auf eine möglichst Dosis sparende Untersuchungsart Wert gelegt. Die verbleibenden Fragestellungen für Schnittbilddiagnostik an Kindern werden aktuell an vermehrt verfügbaren DVTs durchgeführt.

DVT-Untersuchungen werden vorrangig bei folgenden klinischen Fragestellungen herangezogen: Implantatplanung, Extraktion der Weisheitszähne mit Nervnähe, Kiefergelenksdiagnostik, verlagerte oder überzählige Zähne, Traumata, kieferorthopädische Fragestellungen. Fragestellungen innerhalb der Implantatplanung machen dabei bei vielen Betreibern den Hauptanteil aus. Bei den niedergelassenen Zahnmedizinern in der Befragung werden etwa 90% der DVT-Aufnahmen zur Implantatplanung durchgeführt. Die Tätigkeitsbereiche, bei denen vornehmlich DVT-Untersuchungen zur Diagnostik herangezogen werden, betreffen weitgehend Fragestellungen bei Erwachsenen. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass Kinder vergleichsweise selten als Patienten auftreten. Nur bei Zentren, die einen Schwerpunkt auch bei z.B. dem kieferorthopädischen Einsatz von DVT haben, kommt es zu häufigerer Anwendung auch bei Kindern. Dieses ist in der Klinik der Fall, in welcher 13,3% der Aufnahmen an Kindern durchgeführt werden.

Gleichwohl, die große Streuung in der Häufigkeit und die oftmals geringe Anzahl an DVT-Untersuchungen an Kindern im analysierten Zeitraum führt zu einer sehr großen Unsicherheit bei

der Angabe einer relativen Häufigkeit von DVT-Untersuchungen an Kindern. Aus diesem Grund werden die erhobenen Daten nicht statistisch analysiert. Um hier eine genauere, fundierte Aussage zu erhalten ist eine Untersuchung mit deutlich größerer Anzahl an DVT-Anwendern notwendig, als es im Rahmen dieser Studie vorgesehen war.

### **3. Arbeiten zu statistischen Daten geeigneter Messgrößen zur Beurteilung der Strahlenexposition von Kindern**

#### **3.1. Methodik**

Für die Untersuchung der Strahlenexposition bei zahnmedizinischen Röntgenaufnahmen wurden geeignete Messgrößen auf Basis der Literatur sowie aus Plausibilitätsüberlegungen festgelegt, s. Abschnitt 3.1.1. Die Überlegungen ergaben, dass für intraorale Aufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen, Schädel-Fernaufnahmen sowie für DVT-Untersuchungen das Dosisflächenprodukt (DFP) die geeignete Messgröße ist. Für Dental-CT-Untersuchungen ist die Kombination aus CT-Dosisindex (CTDI) und Dosislängenprodukt (DLP) die geeignete Messgröße.

Eine für die Messung des DFP im relevanten Anwendungsbereich geeignete Messkammer wurde in Zusammenarbeit mit der Firma PTW (Physikalisch-Technische Werkstätten Dr. Pychlau GmbH, Freiburg) ausgewählt. Aus Effizienzgründen wurden bei der Datenerhebung fünf unabhängige Messketten, somit fünf DFP-Kammern eingesetzt. Die Kammern wurden vor dem Einsatz bei der PTB im relevanten Bereich der Röhrenspannung sowie der bei den untersuchten Röntengeräten vorhandenen Vorfilterungen kalibriert, s. Abschnitt 3.1.2.

Die Messungen an Tubusgeräten, Orthopantomographen (OPG) und DVTs wurden dezentral im wesentlichen durch Mitarbeiter des TÜV NORD durchgeführt. Um bei den Messungen ein einheitliches Vorgehen zu gewährleisten, wurden vor der Datennahme Standardmessvorschriften und Standardmessprotokolle entwickelt. Kopien der Messvorschriften sowie der Messprotokolle sind als Anlage 4 und Anlage 5 beigelegt. Neben der eigentlichen Messung des Dosisflächenproduktes wurden meistens zusätzlich die Temperatur vor Ort sowie der örtliche Luftdruck ermittelt. Während die Temperatur vor Ort gemessen wurde, wurde der Luftdruck am Ort der Messung oftmals durch öffentlich zugängliche Quellen im Internet, z.B. Wetterdienst oder Informationen von benachbarten Flughäfen, abgeschätzt. Die Größen Temperatur und Luftdruck wurden zur Luftdichtekorrektur der Messwerte der luftgefüllten, offenen DFP-Ionisationskammern benötigt.

In der Datenanalyse werden nur Werte der Tubusgeräte und OPGs berücksichtigt, an denen potentiell Untersuchungen an Kindern<sup>3</sup> durchgeführt werden. Messungen an Geräten oder von Untersuchungsarten, die vom Zahnmediziner nicht an Kindern durchgeführt werden, sind in der Datenanalyse nicht berücksichtigt. Durch dieses Selektionskriterium soll sichergestellt werden, dass die Werte für die Strahlenexposition in der Praxis unter Berücksichtigung von klinischen Aspekten, z.B. Bildqualität, wirklich vorkommen. Weitere Selektionskriterien wurden bei Tubusgeräten und OPGs nicht gemacht. Die erhobenen Daten sollten somit einen repräsentativen Querschnitt der Geräte und Einstellparameter widerspiegeln. Bei DVTs ergibt sich eine gewisse Selektion durch die Verfügbarkeit von Geräten. Durch den im Forschungsvorhaben vorgesehenen Umfang der Erhebung bei DVTs war indes auch keine repräsentative Erhebung angestrebt.

#### **3.1.1. Auswahl geeigneter Messgrößen**

Für intraorale Aufnahmen, Panoramaschichtaufnahmen und Schädel-Fernaufnahmen wurden bereits zuvor [StSch4436] Vorschläge für diagnostische Referenzwerte für Untersuchungen an Erwachse-

---

<sup>3</sup> Als Kinder werden in diesem Abschnitt alle Personen der Altersstufen AS1 oder AS2 bezeichnet.

nen erarbeitet. Wir waren daher gehalten, die in der Studie verwendeten Messgrößen für die Strahlenexposition auch für Untersuchungen an Kindern zu verwenden.

Für Dental-CT-Untersuchungen ist die Verwendung des Messgrößenpaares  $CTDI^4 / DLP$  zwingend, um die Strahlenexposition in gleichen Messgrößen zu erheben, wie es für alle sonstigen CT-Untersuchungen geschieht. Auch für Dental-CT-Untersuchungen wurden bereits Vorschläge für diagnostische Referenzwerte für Untersuchungen an Erwachsenen erarbeitet [StSch4436].

Für DVT-Untersuchungen gibt es national und international noch keine etablierte Messgröße für die Strahlenexposition. Insbesondere gibt es auch keine Vorschläge für diagnostische Referenzwerte für Untersuchungen an Erwachsenen.

Einige Personen oder Firmen präferieren in Anlehnung an das CT die Messgrößenkombination  $CTDI_{vol} / DLP$  für DVT-Untersuchungen. Diese Messgrößenkombination war auch zunächst vom Bundesamt für Strahlenschutz BfS als Messgröße für die vorliegende Studie präferiert worden.

Nach unserer Einschätzung hat die Kombination  $CTDI / DLP$  als Messgröße für das DVT jedoch einige entscheidende Nachteile:

1. Die Messgrößen  $CTDI$  und  $DLP$  sind vergleichsweise abstrakt. Selbst Radiologen haben oftmals Probleme sich die Größen zu vergegenwärtigen. Es erscheint nicht sinnvoll die Messgrößen im Bereich der Zahnmediziner anzuwenden, da dort tendenziell eine größere Ferne zu physikalisch komplexen Dosismessgrößen besteht.
2. Die  $CTDI$ -Messung ist an die Verwendung eines Prüfkörpers gebunden. Messungen werden hierdurch aufwändiger als beim DFP, welches ohne Prüfkörper gemessen wird.
3. Die aus Patientenschutzsicht relevante Größe ist eher das  $DLP$  als der  $CTDI$ . Der  $CTDI$  entspricht der mittleren deponierten Dosis in dem gescannten Bereich, das  $DLP$  der Integraldosis des gescannten Bereich. Das  $DLP$  ist der effektiven Dosis proportional. Bei einem DVT findet nun kein Tischvorschub statt, Aufnahmen werden in Conebeam-Technik während einer Umdrehung des Gerätes aufgenommen. Für das DVT müssten die Messgrößen  $CTDI / DLP$  an das Aufnahmegerät angepasst undefiniert werden.
4. Das DVT entspricht von seinem Aufbau und der Art der Bilddatenakquisition einem chirurgischen Bildverstärker bzw. einem OPG, dessen Schlitzblende in der Horizontalen geöffnet ist; das OPG stellt insofern einen Grenzfall eines DVT dar. Für C-Bogen-Geräte mit 3D-Funktion und OPGs wird das DFP als Messgröße für die Strahlenexposition verwendet.

Vor dem Hintergrund der zahlreichen Nachteile bei einer Verwendung der Kombination  $CTDI / DLP$  wurde entschieden, dass das DFP die für DVTs geeignetere Messgröße für die Strahlenexposition ist. Der Vorschlag wurde mit dem BfS abgestimmt. Für das DVT wurde im Rahmen dieser Studie das DFP als Dosismessgröße verwendet, mit der eine Abschätzung der Strahlenexposition erfolgen kann. Eine exakte Quantifizierung der Strahlenexposition als effektive Dosis je Untersuchung steht für zahlreiche der neueren DVT-Geräte noch aus.

### 3.1.2. Vorbereitung der Messmittel

Dem Projektteam wurden die im Rahmen der Studie verwendeten Messketten von der PTW zur Verfügung gestellt.

Im Hinblick auf die Größe des Messfeldes und die Empfindlichkeit kamen zwei Messkammern in die engere Auswahl: DIAMENTOR M4-KDK und DIAMENTOR E2. Die M4-KDK hat die Möglichkeit neben dem DFP im Zentralbereich der Kammer zusätzlich die Einfalldosis zu messen. Bei-

---

<sup>4</sup> Soweit nicht durch einen Index gesondert kenntlich gemacht, beziehen sich die Aussagen sowohl auf den  $CTDI_w$  wie auch auf den  $CTDI_{vol}$

de Kammern wurden an der PTB vergleichend für RQR x IEC 61267:2005 -Strahlungsqualitäten<sup>5</sup> [IEC61267] von 50kV bis 150kV auf ihre Eignung hin untersucht. Die erweiterte Unsicherheit ( $k=2$ ) der Kalibrierfaktoren beider Kammern betrug 1,5%. Die Homogenität der E2-Kammer war besser als 0,5%, bei der M4-KDK-Kammer war das Ansprechvermögen der an das Zentralfeld angrenzenden Bereiche 2,5%-3,4% höher als im Zentralfeld, s. Abbildung 8. Da die zusätzliche Messung der Einfalldosis eine interessante, im Sinne der Fragestellung der Studie jedoch nicht relevante Information ist, wurde die E2-Messkammer aufgrund der besseren Homogenität für die Messungen ausgewählt und genauer charakterisiert.

Alle Messkammern wurden vor dem Einsatz für die RQR x IEC 61267:2005 -Strahlungsqualitäten [IEC61267] im Spannungsbereich zwischen 50kV und 150kV kalibriert, s. Abbildung 9 sowie Anlage 6. Hierdurch wurde der bei den Aufnahmegaräten auftretende Spannungsbereich abgedeckt. Der Verlauf des Ansprechverhaltens in Abhängigkeit der Röhrenspannung ist für alle verwendeten Kammern gleich. Einzig die absolute Empfindlichkeit ist leicht unterschiedlich, woraus parallel verschobene Kurvenscharen folgen. Der Kalibrierfaktor der Messketten bezieht sich immer auf die Strahlungsqualität RQR 5 (70kV). Werden bei der Messung andere Strahlungsqualitäten verwendet, so muss der angezeigte Wert mit dem Korrektionsfaktor für die Strahlungsqualität,  $k_Q$ , korrigiert werden.

An einer Messkammer wurde die Abhängigkeit des Ansprechvermögens zusätzlich für Röhrenspannungen zwischen 50kV und 150kV und Filterungen zwischen 1,5mmAl und 60mmAl bestimmt, s. Abbildung 10. Hierzu wurde zunächst das Ansprechvermögen für hart gefilterte Röntgenstrahlung, gem. ISO-4037-narrow-spectrum series [ISO4037], für 20kV bis 150kV gemessen. Aus der Messung wurden Korrektionsfaktoren für den Kalibrierfaktor,  $k_Q(E)$ , als Funktion der mittleren Energie  $E$  bestimmt. Hieraus wurden dann die  $k_Q$ -Werte für Kombinationen aus kV-Zahl und Al-Filterdicke als Mittelwerte über berechnete Photonenfluenzspektren bestimmt.

Die weitergehende Bestimmung der Energieabhängigkeit wurde notwendig, da bei einigen DVT-Geräten das Strahlspektrum durch starke Vorfilterung sehr stark aufgehärtet wird. Die gemessenen Werte haben eine Unsicherheit von 1% für eine Standardabweichung, die berechneten  $k_Q$ -Werte haben eine Unsicherheit von 3%. Für die anderen Kammern wird eine gleichartige Energieabhängigkeit des Ansprechverhaltens vorausgesetzt.

---

<sup>5</sup> RQR: Code für eine Strahlungsqualität in der Form „RADIATION QUALITY in RADIATION BEAMS emerging from the X-RAY SOURCE ASSEMBLY“ gemäß IEC

Energieabhängigkeit der DFPK TA340044, Kanal A

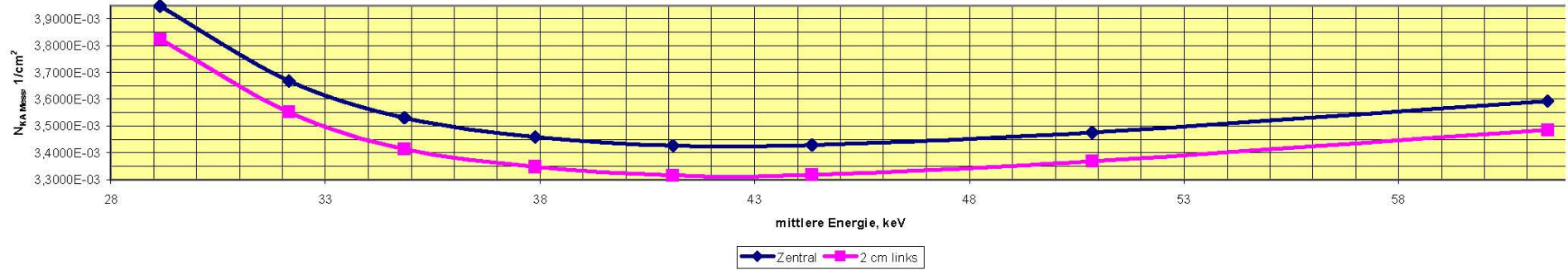


Abbildung 8: Ansprechvermögen der M4-KDK-Kammer im zentralen Bereich sowie 2cm seitlich versetzt

| DFPK TA34019 S/N 00035 mit Anzeigergerät Diamentor E2-T11033-02545 *                               |  |                               |                          | Aktenzeichen: 11/071             |  | Messraum: 128   |                | Bearbeitet/Datum: Galimov / 27.08.2007                           |   |  |   |           |           |            |           |            |            |             |             |        |        |  |
|--|--|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--|---|----------------|--|---|--|---|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|--------|--------|--|
| Strahlungsqualität<br>ISO 4037<br>IEC 61267: 2005-11   | mittlere Energie<br>Luftkerma<br>[ keV ] | Abstand zum Messort<br>[ cm ] | Strahlungsfeld<br>[ cm ] | Messung der Messgröße: Luftkerma |  |   |                |  |   |  |   |           |           | Temperatur |           | Druck      |            |             |             |        |        |  |
|  |  |                               |                          | Dosisleistung<br>[ mGy/min ]     | 1 N <sub>KA</sub> Mess. Zentral<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | N <sub>KA</sub> Zentral<br>[ Gy*cm <sup>2</sup> /C ]  | k <sub>Q</sub> | 2 N <sub>KA</sub> Mess. 2 cm rechts<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 3 N <sub>KA</sub> Mess. 2 cm links<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 4 N <sub>KA</sub> Mess. 2 cm oben<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 5 N <sub>KA</sub> Mess. 2 cm unten<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 2 / 1 [%] | 3 / 1 [%] | 4 / 1 [%]  | 5 / 1 [%] | von [ °C ] | bis [ °C ] | von [ hPa ] | bis [ hPa ] |        |        |  |
| RQR 3  | 29,14                                    | 100                           | 8                        | 25,88                            | 3,9011E-03   | 1,5604E+07  | 1,1348         | ---  | ---   | ---  | ---   | ---       | ---       | ---        | ---       | ---        | ---        | 21,3        | 22,7        | 1012,9 | 1013,5 |  |
| RQR 4  | 32,14                                    | 100                           | 8                        | 42,14                            | 3,5882E-03   | 1,4353E+07  | 1,0438         | ---  | ---   | ---  | ---   | ---       | ---       | ---        | ---       | ---        | ---        |             |             |        |        |  |
| RQR 5  | 34,84                                    | 100                           | 8                        | 63,24                            | 3,4377E-03   | 1,3751E+07  | 1,0000         | 3,4441E-03   | 3,4480E-03  | 3,4319E-03   | 3,4238E-03  | 0,19      | 0,30      | 0,17       | 0,40      |            |            |             |             |        |        |  |
| RQR 6  | 37,88                                    | 100                           | 8                        | 86,14                            | 3,3628E-03   | 1,3451E+07  | 0,9782         | ---  | ---   | ---  | ---   | ---       | ---       | ---        | ---       | ---        |            |             |             |        |        |  |
| RQR 7  | 41,1                                     | 100                           | 8                        | 108,66                           | 3,3499E-03   | 1,3400E+07  | 0,9745         | ---  | ---   | ---  | ---   | ---       | ---       | ---        | ---       | ---        |            |             |             |        |        |  |
| RQR 8  | 44,33                                    | 100                           | 8                        | 135,14                           | 3,3379E-03   | 1,3352E+07  | 0,9710         | ---  | ---   | ---  | ---   | ---       | ---       | ---        | ---       | ---        |            |             |             |        |        |  |
| RQR 9  | 50,86                                    | 100                           | 8                        | 192,54                           | 3,3681E-03   | 1,3472E+07  | 0,9797         | ---  | ---   | ---  | ---   | ---       | ---       | ---        | ---       | ---        |            |             |             |        |        |  |
| RQR 10   | 61,47                                    | 100                           | 8                        | 231,75                           | 3,4627E-03   | 1,3851E+07  | 1,0073         | ---  | ---   | ---  | ---   | ---       | ---       | ---        | ---       | ---        |            |             |             |        |        |  |
| Messung mit 47,5 mm x 47,4 mm Fenster  |  |                               |                          |                                  |  |   |                |  |   |  |   |           |           |            |           |            |            |             |             |        |        |  |
| RQR 5  | 34,84                                    | 100                           | 15                       | 63,24                            | 5,5156E-04   | 1,3789 - Faktor für 5cm x 5cm Bestrahlungsfläche; 1,3751 - Faktor für 2cm x 2cm Bestrahlungsfläche; Unterschied: 0,276% |                |  |   |  |   |           |           |            |           |            |            |             |             |        |        |  |
| * 4mm dicke Pb-Platte mit der 19,13 mm x 19,13 mm Fenster vor der Kammer ( siehe Aufbauprotokoll ) |  |                               |                          |                                  |  |   |                |  |   |  |   |           |           |            |           |            |            |             |             |        |        |  |



Datum der Kalibrierung  
vom : 24.8.2007 bis : 27.8.2007

Energieabhängigkeit der DFPK TA34019

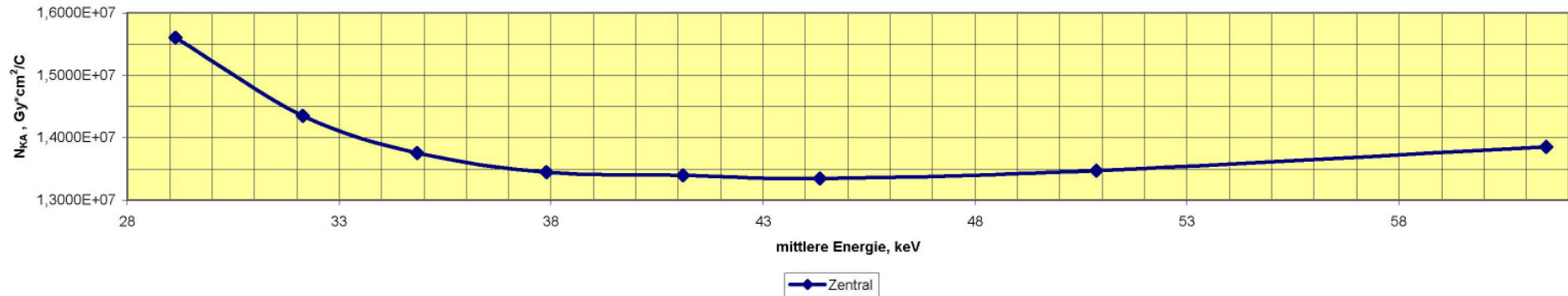
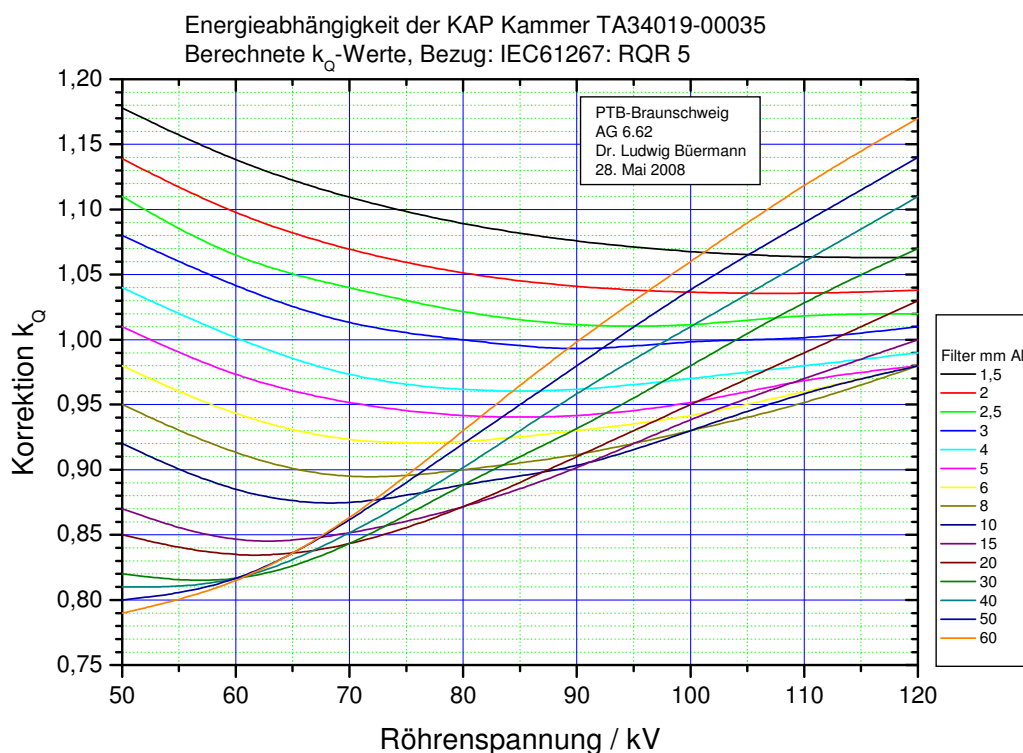


Abbildung 9: Exemplarische Kalibrationskurve einer E2-Messkammer





**Abbildung 10:** Korrektionsfaktoren  $k_Q$  für den Kalibrierfaktor der DFP-Kammer in Abhängigkeit von Röhrensprungung und Strahlfilterung. Die Bezugsstrahlungsqualität für die Kalibrierung ist RQR 5, für die  $k_Q=1$  ist.

### 3.2. **Datenbasis der Teilstudie zur Beurteilung der Strahlenexposition von zahnmedizinischen Röntgenaufnahmen an Kindern**

In die Analyse fließen Daten von 54 Tubusgeräten, 53 OPGs und 9 DVTs ein. Für Dental-CT-Untersuchungen werden exemplarisch die Parameter des einen Krankenhauses angegeben, welches im Analysezeitraum noch Untersuchungen an Kindern durchgeführt hat. Die Firmen und Gerätetypen sowie die Bildempfänger der Röntgeneinrichtungen geben für Tubusgeräte und OPGs einen guten Einblick in die bei Zahnmedizinern verwendeten Kombinationen. Gleichwohl wurde im Rahmen der Studie nicht auf eine streng repräsentative Verteilung der Zusammensetzung unterschiedlicher Hersteller und Gerätetypen Wert gelegt. Diese war im Rahmen der vorliegenden Studie auch nicht eingefordert. Die in der Studie berücksichtigten Kombinationen von Gerät und Bildempfänger sind in Anlage 7 aufgelistet. Bei den DVTs wurde Wert darauf gelegt, ein möglichst großes Spektrum unterschiedlicher Geräte in der Studie zu berücksichtigen. Die analysierte Zusammensetzung an Gerätetypen entspricht hierdurch nicht der Häufigkeitsverteilung, die sich aktuell in Deutschland findet. Insbesondere neue Gerätetypen, die auch vermehrt in dieser Studie untersucht wurden, tragen überproportional stark zur Werteverteilung bei. Eine groß angelegte Untersuchung der DVT-Geräte war gleichwohl nicht Intention der vorliegenden Studie. Die in der Studie berücksichtigten DVT-Geräte sind in Anlage 7 aufgelistet.

Die Anwender der analysierten Tubusgeräte führen in aller Regel nicht sämtliche betrachteten Untersuchungsarten an Kindern durch. Dieses führt dazu, dass die Anzahl an Messwerten, die für unterschiedliche Untersuchungsarten in die Analyse einfließen, unterschiedlich ist. Für Untersuchungen der Oberkiefer-Molare liegen mit 48 Messwerten die meisten Daten vor, für Bissflügel-Aufnahmen mit 18 Messwerten die wenigsten.

An den OPGs wurden an 47 Geräten Panoramaschichtaufnahmen durchgeführt, an 16 Geräten Schädel-Fernaufnahmen.

Für intraorale Aufnahmen wurde bei der Datennahme ein repräsentativer Parametersatz erfragt, der vom Zahnmediziner für Aufnahmen an Kindern verwendet wird. Bei Panoramaschichtaufnahmen, Schädel-Fernaufnahmen sowie DVT-Aufnahmen wurde den Zahnmedizinern angeboten, mehrere Parametersätze anzugeben, die bei Kindern unterschiedlicher Größe verwendet werden. Eine Einteilung nach dem Alter der Kinder, vergleichbar mit derjenigen bei Untersuchung der Untersuchungshäufigkeit ist hier nicht möglich. Die Zahnmediziner, die eine Unterscheidung vornehmen, orientieren sich bei der Einteilung an der tatsächlichen Körpergröße und nicht am Alter. Insbesondere werden einige Parametersätze erst bei fast ausgewachsenen Kindern eines Alters von etwa 14 oder 15 Jahren angewendet.

Bei Tubusgeräten, OPGs sowie den meisten DVTs werden Untersuchungen mit fest eingestellten Parametersätzen durchgeführt. Eine Ausnahme hiervon bilden die beiden innerhalb dieser Studie untersuchten DVTs der Firma NewTom. Diese Geräte arbeiten mit einer Belichtungsautomatik, die individuell für einen Patienten die Untersuchungsparameter festlegt. Die Angabe eines für alle Kinder verwendeten Parametersatzes ist für diese Geräte nicht möglich. Für die NewTom-Geräte wurde, um eine mittlere Strahlenexposition anzugeben, wie folgt vorgegangen:

1. Das Dosisflächenprodukt wird für unterschiedliche Kombinationen aus Röhrenstrom, Belichtungszeit je Aufnahmewinkel und Bildempfängergröße gemessen. Aus dem Röhrenstrom und der Belichtungszeit je Aufnahmewinkel wird das resultierende Strom-Zeit-Produkt berechnet. Aus beiden Größen kann eine „Dosisflächenproduktausbeute“ als DFP dividiert durch Strom-Zeit-Produkt berechnet werden.
2. Bei Patientenuntersuchungen werden das resultierende Strom-Zeit-Produkt sowie die Bildempfängergröße dokumentiert.
3. Das Dosisflächenprodukt wird für jede Patientenuntersuchung individuell durch Multiplikation der Dosisflächenproduktausbeute mit dem Strom-Zeit-Produkt der Patientenuntersuchung berechnet. Die Dosisflächenproduktausbeute ist für jedes Bildempfängerformat spezifisch.
4. Über je nach Gerät und Bildempfängergröße 16 - 29 Untersuchungen an Kindern wird das DFP gemittelt. Dieser Wert wird in der Analyse verwendet.

Das DVT der Firma KaVo ermöglicht es, den Cone-Beam vertikal auf die Größe des untersuchten Bereichs anzupassen. Hieraus resultiert eine individuell unterschiedliche Strahlenexposition je Untersuchung. Für das KaVo-Gerät wurde, um eine mittlere Strahlenexposition anzugeben, wie folgt vorgegangen:

1. Das Dosisflächenprodukt wird für eine definierte Höhe des Cone-Beams gemessen.
2. Die Höhe des Cone-Beams wird für jede Patientenuntersuchung protokolliert.
3. Das Dosisflächenprodukt wird für jede Patientenuntersuchung individuell durch Skalierung des technisch gemessenen Dosisflächenproduktes auf die Höhe des Cone-Beams bei der Patientenuntersuchung berechnet.
4. Über die DFP-Werte der Untersuchungen von 4 Kindern wird gemittelt. Dieser Wert wird in der Analyse verwendet.

Bei DVTs werden Informationen über die Filterung der Röntgenstrahlung noch nicht von allen Herstellern präzise bekannt gegeben. Die von uns für die Korrektur des Ansprechvermögens der DFP-Kammern verwendeten und in Anlage 7 aufgelisteten Werte für die Filterung entsprechen dem, was an Informationen von den jeweiligen Herstellern zu erhalten war. Von einigen Herstellern werden zur Strahlaufhärtung neben Aluminium weitere Materialien verwendet, wobei die genaue Zusammensetzung oftmals nicht zu erfahren ist. Die angegebenen Werte für die Gesamtfilterung entsprechen den zugehörigen Aluminium-Äquivalentwerten.

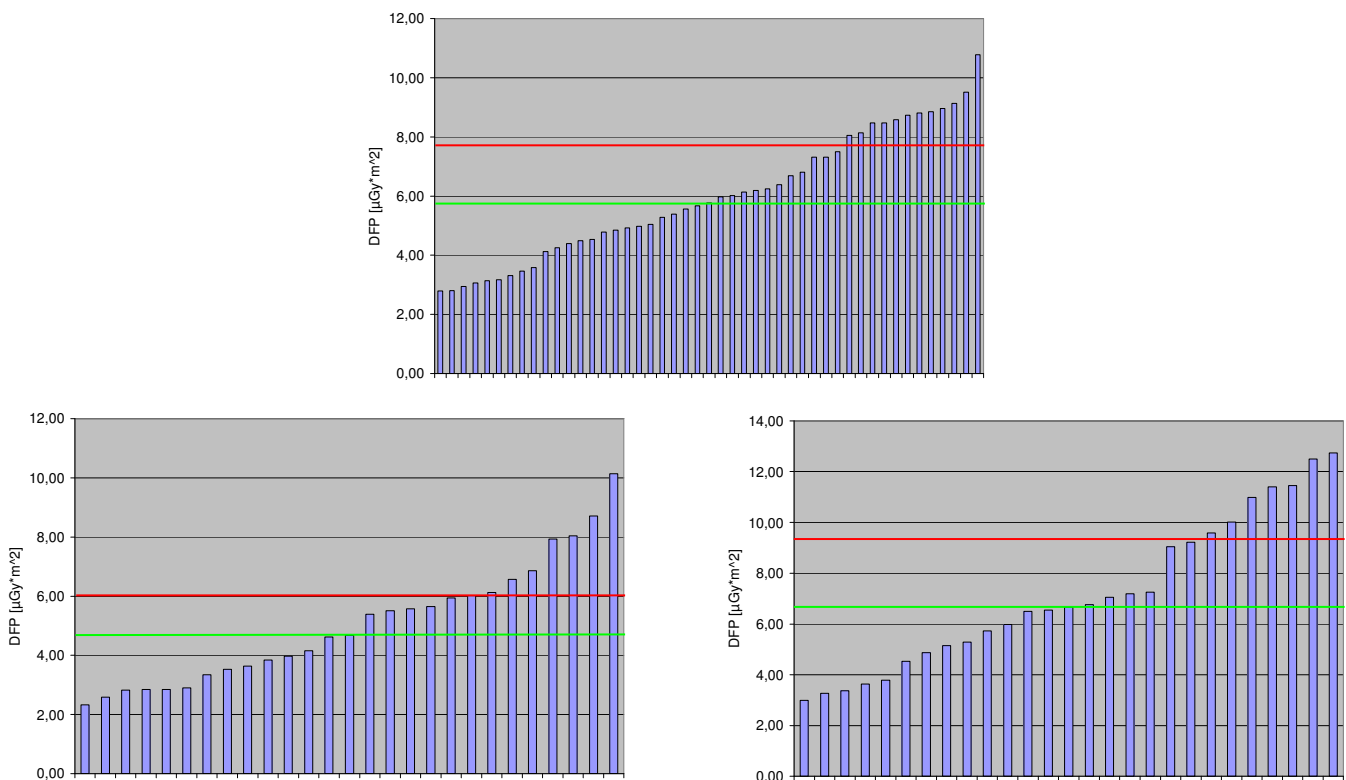
Die Messwerte des DFP wurden mit wenigen Ausnahmen, bei denen die Daten nicht verfügbar waren, auf die lokalen Druck- und Temperaturbedingungen korrigiert. Die verbleibende Unsicherheit ist nach Angaben der PTB kleiner 1,5%. Das Ansprechverhalten der Messkammer bei unterschiedlichen Röntgenstrahlspektren wurde durch den im Vorfeld ermittelten  $k_Q$ -Wert korrigiert. Die verbleibende Unsicherheit im Ansprechverhalten ist nach Angaben der PTB kleiner 3%. Die Messwerte für das DFP wurden bei den Geräteeinstellungen wiederholt, meistens dreimal je Geräteeinstellung, gemessen. Aus den Messungen wurde das arithmetische Mittel gebildet, welches in die Analyse einfließt. Die einzelnen Messwerte an einem Gerät und bei einer Geräteeinstellung schwanken von Ausnahmen abgesehen sehr wenig. Die Messunsicherheit des Mittelwerts ist kleiner 1,5%.

Die resultierende Gesamtunsicherheit der Messwerte ergibt sich aus den drei genannten Unsicherheiten. Sie ist kleiner als 3,6%.

### 3.3. Werteverteilung und statistische Daten der Messgrößen

#### 3.3.1. Werteverteilung und statistische Daten zu intraoralen Untersuchungsarten, Panoramaschichtaufnahmen sowie Schädel-Fernaufnahmen

Die DFP-Werte der Messungen an OPGs und Tubusgeräten sind in Anlage 7 aufgelistet. Die Verteilung der Werte für das Dosisflächenprodukt bei Panoramaschichtaufnahmen ist in Abbildung 11 dargestellt. In der oberen Abbildung sind die mittleren DFP-Werte für jedes OPG dargestellt. In den beiden weiteren Abbildungen sind die DFP-Werte dargestellt, die sich anhand der Parametersätze mit den niedrigsten bzw. höchsten resultierenden DFP-Werten ergeben. Hierbei werden nur Daten von Zahnmedizinern verwendet, die angaben, mindestens zwei unterschiedliche Parametersätze für die Untersuchungen an Kindern zu verwenden.



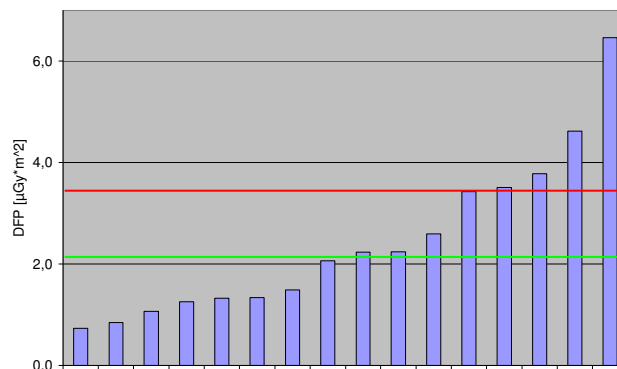
**Abbildung 11:** Verteilung der gemittelten DFP-Werte für Panoramaschichtaufnahmen an Kindern (oben); unten links ist die Verteilung der minimalen bzw. unten rechts der maximalen DFP-Werte dargestellt, die sich bei Zahnmedizinern ergeben, die angaben, unterschiedliche Parametersätze bei Panoramaschichtaufnahmen an Kindern zu verwenden; die grüne Linie im Diagramm entspricht dem DFP-Wert des Medians, die rote dem DFP-Wert der 3. Quartile

In den Abbildungen sind Median und 3. Quartile durch eine grüne bzw. rote Linie angezeigt. Die zugehörigen statistischen Größen sind in Tabelle 10 aufgelistet.

| Statistisches Maß | Mittlerer DFP-Wert [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Minimaler DFP-Wert [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Maximaler DFP-Wert [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|-------------------|--|--|--|
| Minimum           | 2,79   | 2,33   | 2,99   |
| 1. Quartile       | 4,44   | 3,43   | 5,01   |
| Median            | 5,77   | 4,67   | 6,66   |
| 3. Quartile       | 7,78   | 6,07   | 9,40   |
| Maximum           | 10,77  | 10,14  | 12,74  |
| Mittelwert        | 5,99   | 5,06   | 7,17   |
| Anzahl Geräte     | 47   | 27   | 27   |

**Tabelle 10:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei Panoramaschichtaufnahmen; in Spalte zwei sind die mittleren DFP-Werte jedes Gerätes ausgewertet, in den Spalten drei und vier sind die jeweils minimalen bzw. maximalen DFP-Werte ausgewertet, die sich bei Zahnmedizinern ergeben, die angeben, unterschiedliche Parametersätze bei Panoramaschichtaufnahmen an Kindern zu verwenden

Die Verteilung der Werte für das Dosisflächenprodukt bei Schädel-Fernaufnahmen ist in Abbildung 12 dargestellt. Aufgrund von insgesamt nur 16 Geräten, für die das DFP gemessen werden konnte, wird keine Aufteilung in Subgruppen für die 7 Zahnmediziner durchgeführt, die mehr als einen Parametersatz verwenden. In der Abbildung sind Median und 3. Quartile durch eine grüne bzw. rote Linie angezeigt. Die zugehörigen statistischen Größen sind in Tabelle 11 aufgelistet



**Abbildung 12:** Verteilung der gemittelten DFP-Werte für Schädel-Fernaufnahmen an Kindern; die grüne Linie im Diagramm entspricht dem DFP-Wert des Medians, die rote dem DFP-Wert der 3. Quartile

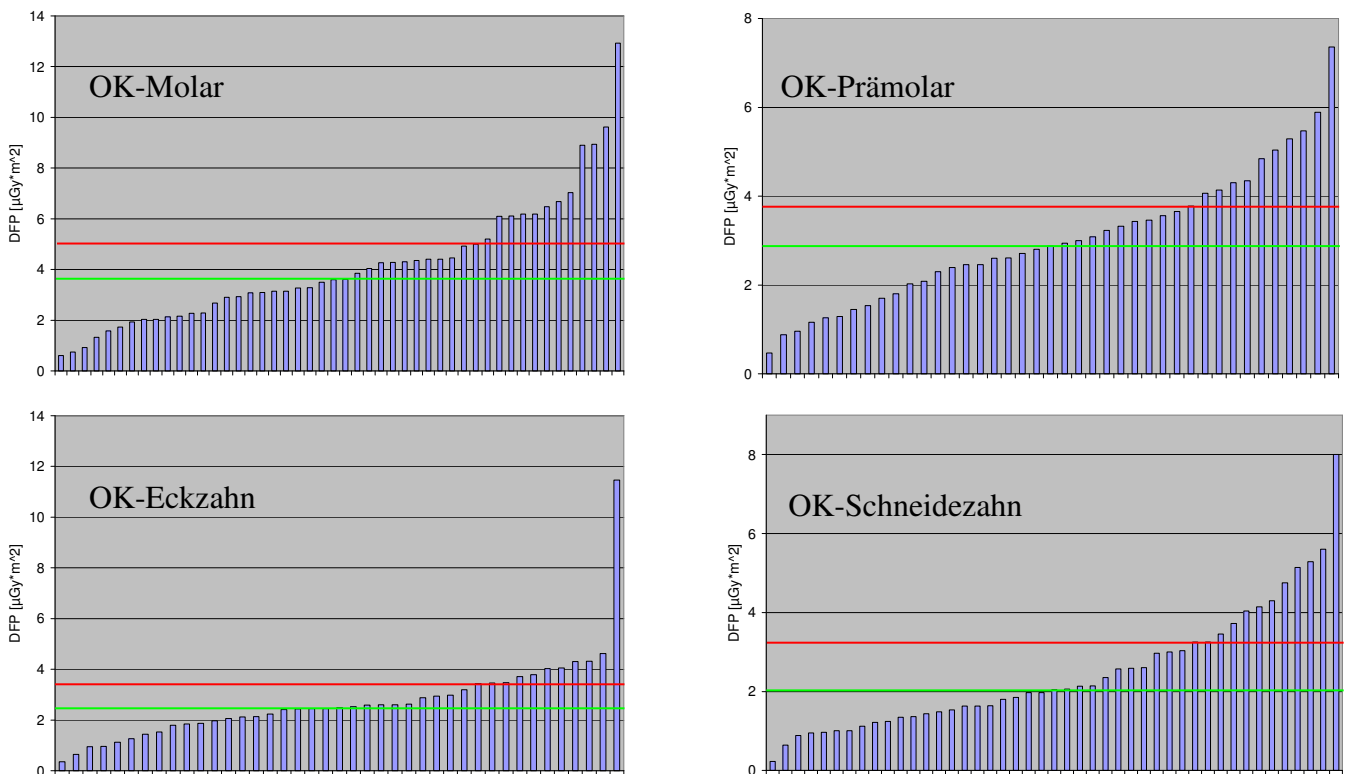
| Statistisches Maß | Mittlerer DFP-Wert [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|-------------------|--|
| Minimum           | 0,73   |
| 1. Quartile       | 1,31   |
| Median            | 2,15   |
| 3. Quartile       | 3,45   |
| Maximum           | 6,47   |
| Mittelwert        | 2,44   |
| Anzahl Geräte     | 16   |

**Tabelle 11:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei Schädel-Fernaufnahmen

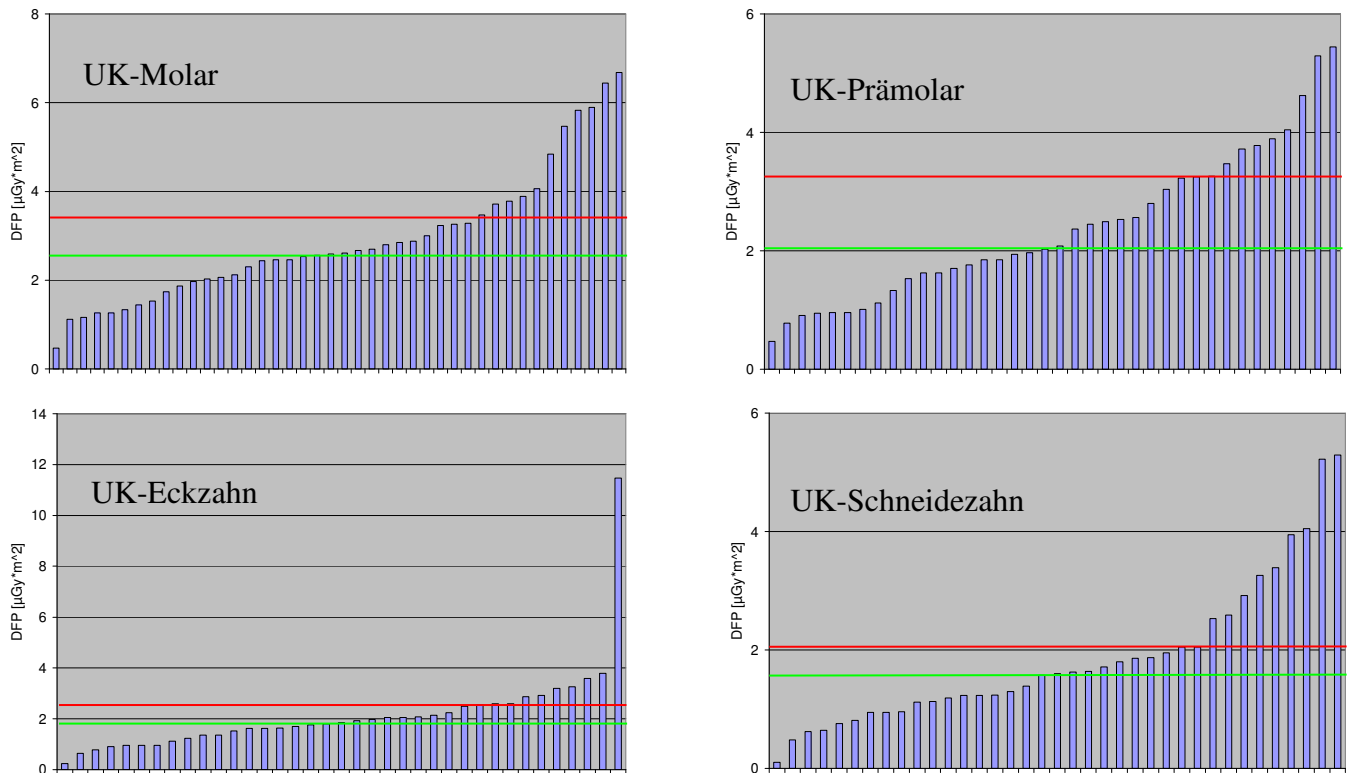
In Tabelle 12 sind die statistischen Größen zur Verteilung der Werte für das Dosisflächenprodukt bei Einzelzahn-Aufnahmen des Ober- bzw. Unterkiefers zusammengestellt. In Abbildung 13 und Abbildung 14 sind die zugehörigen Werteverteilungen dargestellt.

| Statistisches Maß | DFP (OK-Molar) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (OK-Prämolar) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (OK-Eckzahn) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (OK-Schneidezahn) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|-------------------|--|---|--|---|
| Minimum           | 0,60   | 0,47  | 0,35   | 0,23  |
| 1. Quartile       | 2,27   | 2,03  | 1,87   | 1,36  |
| Median            | 3,61   | 2,88  | 2,49   | 2,04  |
| 3. Quartile       | 5,05   | 3,78  | 3,43   | 3,25  |
| Maximum           | 12,93  | 7,36  | 11,47  | 8,00  |
| Mittelwert        | 4,14   | 3,02  | 2,74   | 2,47  |
| Anzahl Geräte     | 48   | 41  | 41   | 45  |
| Statistisches Maß | DFP (UK-Molar) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (UK-Prämolar) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (UK-Eckzahn) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (UK-Schneidezahn) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
| Minimum           | 0,47   | 0,47  | 0,23   | 0,10  |
| 1. Quartile       | 1,99   | 1,55  | 1,35   | 1,12  |
| Median            | 2,60   | 2,06  | 1,85   | 1,60  |
| 3. Quartile       | 3,42   | 3,24  | 2,56   | 2,05  |
| Maximum           | 6,68   | 5,44  | 11,47  | 5,29  |
| Mittelwert        | 2,91   | 2,39  | 2,16   | 1,87  |
| Anzahl Geräte     | 42   | 38  | 37   | 37  |

**Tabelle 12:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei Einzelzahn-Aufnahmen des Ober- bzw. Unterkiefers; OK = Oberkiefer, UK = Unterkiefer



**Abbildung 13:** Verteilung der DFP-Werte für Einzelzahn-Aufnahmen des Oberkiefers (OK) an Kindern – von links oben an sind im Uhrzeigersinn aufgetragen die Daten für Aufnahmen OK-Molar, OK-Prämolar, OK-Schneidezahn, OK-Eckzahn; die grüne Linie im Diagramm entspricht dem DFP-Wert des Medians, die rote dem DFP-Wert der 3. Quartile



**Abbildung 14:** Verteilung der DFP-Werte für Einzelaufnahmen des Unterkiefers (UK) an Kindern – von links oben an sind im Uhrzeigersinn aufgetragen die Daten für Aufnahmen UK-Molar, UK-Prämolar, UK-Schneidezahn, UK-Eckzahn; die grüne Linie im Diagramm entspricht dem DFP-Wert des Medians, die rote dem DFP-Wert der 3. Quartile

Die statistischen Größen zur Verteilung der Werte für das Dosisflächenprodukt bei den drei verbleibenden intraoralen Aufnahmen, der Bissflügelaufnahme sowie der Aufbissaufnahme des Ober- bzw. Unterkiefers sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

| Statistisches Maß | DFP (Bissflügel) [µGy·m <sup>2</sup> ] | DFP (OK-Aufbissaufnahme) [µGy·m <sup>2</sup> ] | DFP (UK-Aufbissaufnahme) [µGy·m <sup>2</sup> ] |
|-------------------|--|--|--|
| Minimum           | 0,99                                   | 1,26   | 0,95   |
| 1. Quartile       | 1,93                                   | 2,58   | 2,59   |
| Median            | 2,42                                   | 4,17   | 4,29   |
| 3. Quartile       | 3,81                                   | 5,29   | 6,11   |
| Maximum           | 11,16                                  | 9,78   | 10,54  |
| Mittelwert        | 3,54                                   | 4,27   | 4,54   |
| Anzahl Geräte     | 18                                     | 28   | 25   |

**Tabelle 13:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei Bissflügelaufnahmen sowie bei Aufbissaufnahmen des Ober- bzw. Unterkiefers; OK = Oberkiefer, UK = Unterkiefer

### 3.3.2. Werteverteilung und statistische Daten zu Dental-CT-Untersuchungen sowie DVT-Untersuchungen

Die Dental-CT-Untersuchungen in dem Krankenhaus, welches als einzige Stelle in der Stichprobe Dental-CT-Untersuchungen an Kindern durchgeführt hat, wurden mit folgenden Parametern durchgeführt:

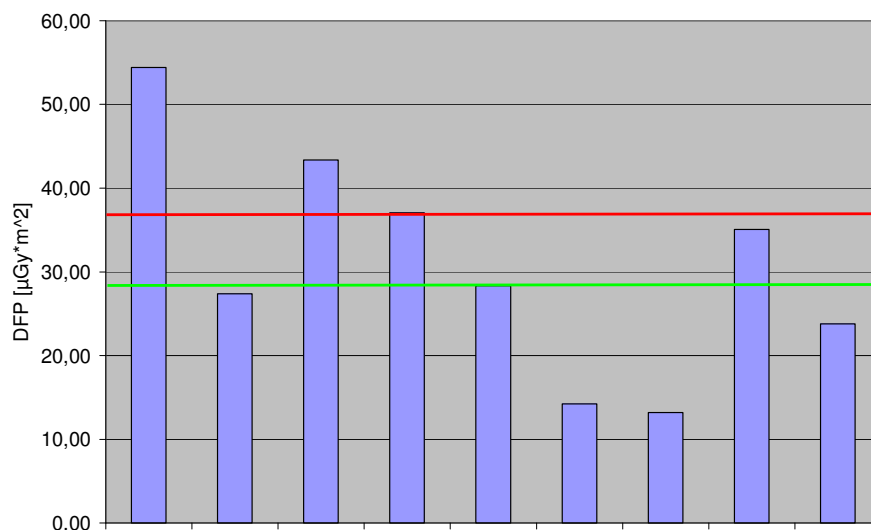
- Röhrenspannung: 120kV
- Röhrenstrom: 100mA
- Rotationszeit: 1s
- Kollimation: 1mm / Rekonstruierte Schichtdicke: 1mm
- Pitch: 1,5
- Scanlänge: 41mm-100mm in Abhängigkeit davon, ob Aufnahmen eines oder beider Kiefer gemacht wurden

Die Untersuchungen wurden an einem GE HighSpeed Einzeilen-SpiralCT durchgeführt.  $CTDI_w$  und DLP wurden mit Hilfe des Programms CT-Expo v1.6(D) [Stamm02] berechnet. Es ergeben sich Werte von  $CTDI_w = 11,7$  mGy und  $DLP = 51$  mGy\*cm bei einer mittleren Scanlänge von 6,3cm.

In Tabelle 14 sind die statistischen Größen zur Verteilung der Werte für das Dosisflächenprodukt bei DVT-Untersuchungen zusammengestellt. In Abbildung 15 ist die zugehörige Werteverteilung dargestellt. Die DFP-Werte der Messungen sind in Anlage 7 aufgelistet.

| Statistisches Maß | DFP [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|-------------------|---------------------------------------|
| Minimum           | 13,19                                 |
| 1. Quartile       | 23,82                                 |
| Median            | 28,34                                 |
| 3. Quartile       | 37,04                                 |
| Maximum           | 54,43                                 |
| Mittelwert        | 30,76                                 |
| Anzahl Geräte     | 9                                     |

**Tabelle 14:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei DVT-Untersuchungen



**Abbildung 15:** Verteilung der DFP-Werte für DVT-Untersuchungen an Kindern; die grüne Linie im Diagramm entspricht dem DFP-Wert des Medians, die rote dem DFP-Wert der 3. Quartile

### 3.4. Analyse der Werteverteilungen der Messgrößen

#### 3.4.1. Allgemeine Betrachtungen zu Panoramaschichtaufnahmen, Schädel-Fernröntgen und intraoralen Aufnahmen

Die Verteilung der DFP-Werte für intraorale Aufnahmen, Panoramaschicht- und Schädelfern-Aufnahmen entspricht derjenigen, die aus anderen empirischen Erhebungen zur Festlegung von diagnostischen Referenzwerten bekannt ist [StSch4436, Galanski01]. Die Verteilung ist sehr breit. Neben einer Häufung von Werten im mittleren Bereich gibt es Anwender, mit besonders niedriger bzw. besonders hoher Strahlenexposition bei den einzelnen Untersuchungsarten. Der höchste und niedrigste Wert für das DFP bei einer Untersuchung liegen teilweise um mehr als einen Faktor 10 auseinander.

In Tabelle 15 sind Median und 3. Quartile der DFP-Wert-Verteilungen aus dieser Studie denen gegenübergestellt, die im Rahmen der Studie zur Erarbeitung von diagnostischen Referenzwerten für Erwachsene ermittelt wurden.

| Statistisches Maß              | DFP-Wert<br>(Panoramaschichtaufnahme)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP-Wert<br>(Schädel-Fernaufnahme)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|--------------------------------|--|---|
| Median (diese Studie)          | 5,77   | 2,15  |
| 3. Quartile (diese Studie)     | 7,78   | 3,45  |
| Median (Vergleichsstudie)      | 7,54   | 1,77  |
| 3. Quartile (Vergleichsstudie) | 9,09   | 3,26  |

| Statistisches Maß              | DFP (OK-Molar)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (OK-Prämolar)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (OK-Eckzahn)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (OK-Schneidezahn)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|--------------------------------|---|--|---|--|
| Median (diese Studie)          | 3,61  | 2,88   | 2,49  | 2,04   |
| 3. Quartile (diese Studie)     | 5,05  | 3,78   | 3,43  | 3,25   |
| Median (Vergleichsstudie)      | 4,02  | 2,90   | 2,59  | 2,59   |
| 3. Quartile (Vergleichsstudie) | 6,15  | 4,41   | 3,62  | 3,79   |

| Statistisches Maß              | DFP (UK-Molar)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (UK-Prämolar)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (UK-Eckzahn)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (UK-Schneidezahn)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|--------------------------------|---|--|---|--|
| Median (diese Studie)          | 2,60  | 2,06   | 1,85  | 1,60   |
| 3. Quartile (diese Studie)     | 3,42  | 3,24   | 2,56  | 2,05   |
| Median (Vergleichsstudie)      | 2,81  | 2,08   | 2,04  | 1,74   |
| 3. Quartile (Vergleichsstudie) | 4,12  | 3,18   | 3,18  | 2,62   |

| Statistisches Maß              | DFP (Bissflügel)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (OK-Aufbissaufnahme)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (UK-Aufbissaufnahme)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|--------------------------------|---|---|---|
| Median (diese Studie)          | 2,42  | 4,17  | 4,29  |
| 3. Quartile (diese Studie)     | 3,81  | 5,29  | 6,11  |
| Median (Vergleichsstudie)      | 3,30  | 7,43  | 5,72  |
| 3. Quartile (Vergleichsstudie) | 4,67  | 8,70  | 7,12  |

**Tabelle 15:** Median und 3. Quartile der empirischen Erhebung dieser Studie sowie der Studie zur Erarbeitung von Vorschlägen für diagnostische Referenzwerte für Erwachsene [StSch4436] für Panoramaschichtaufnahmen, Schädel-Fernaufnahmen und intraorale Aufnahmen



Die statistischen Größen der Verteilung der DFP-Werte für Untersuchungen an Kindern sind, mit Ausnahme der Schädel-Fernaufnahme, alle kleiner als entsprechende für Untersuchungen an Erwachsenen. Dieses entspricht der Erwartung. Durch die im Vergleich zu Erwachsenen kleinere Größe von Kiefer und Schädel führen Aufnahmen mit geringerer Dosis zu vergleichsweise guten Aufnahmen. Ebenso wurde von zahlreichen Anwendern eine größere Sensibilität bezüglich der Strahlenexposition bei Aufnahmen an Kindern geäußert, so dass mit bedacht oftmals möglichst Dosis-sparende Expositionsparameter gewählt werden. Der Unterschied ist besonders deutlich für Untersuchungsarten, bei denen die Strahlenexposition von der Schädelgröße beeinflusst wird – die Panoramaschichtaufnahme sowie die Aufbissaufnahme. So liegt der Median der DFP-Wert-Verteilung für Panoramaschichtaufnahmen an Kindern um etwa 30% unter dem für Aufnahmen an Erwachsenen. Bei Zahnmedizinern, die Untersuchungen an Kindern mit mehr als einem Parametersatz durchführen, werden für Untersuchungen „größerer Kinder“ DFP-Werte gemessen, die mit denen bei der Untersuchung Erwachsener vergleichbar sind. Die DFP-Werte für „kleine Kinder“ sind noch einmal etwa 20% unter den mittleren Werten.

Bei den intraoralen Aufnahmen sind die Unterschiede deutlich kleiner. Dieses ist dadurch erklärbar, dass die Zähne nach ihrer Anlage sich in der Größe, im Unterschied zu den Knochen des Schädels oder Kiefers, nicht mehr ändern. Der Schneidezahn im Gebiss eines 8jährigen ist daher nicht verschieden zu dem bei einem Erwachsenen. Die im Mittel etwas niedrigeren Werte bei Aufnahmen an Kindern sind durch die größere Sensibilität gegenüber der Anwendung ionisierender Strahlung bei Kindern zu erklären. Im Vergleich zur Breite der Verteilungen der DFP-Werte bei Aufnahmen an Kindern bzw. Erwachsenen sind die Unterschiede vernachlässigbar.

Für Schädel-Fernaufnahmen sind Median und 3. Quartile für Aufnahmen an Erwachsenen leicht unter den für Aufnahmen an Kindern gemessenen Werten dieser Studie. Im Rahmen der Unsicherheit der Messwerte stimmen die beiden Studienresultate jedoch überein. Es ist daher anzunehmen, dass bei der Erarbeitung von diagnostischen Referenzwerten für Erwachsene im Fall von Schädel-Fernaufnahmen in vielen Fällen Parameter verwendet wurden, die ebenso für Untersuchungen an Kindern verwendet werden, s. Tabelle A2.7 aus [StSch4436]. Es ist nicht auszuschließen, dass zahlreiche Zahnmediziner bei der anderen Erhebung die für die Untersuchung von Kindern verwendeten Parametersätze angegeben haben. Dieses wäre nicht verwunderlich, wenn berücksichtigt wird, dass mehr als 85% der Schädel-Fernaufnahmen an Personen bis zum vollendeten 16. Lebensjahres durchgeführt werden.

### **3.4.2. Analyse des Einflusses unterschiedlicher Bildempfänger auf die Strahlenexposition bei Panoramaschichtaufnahmen**

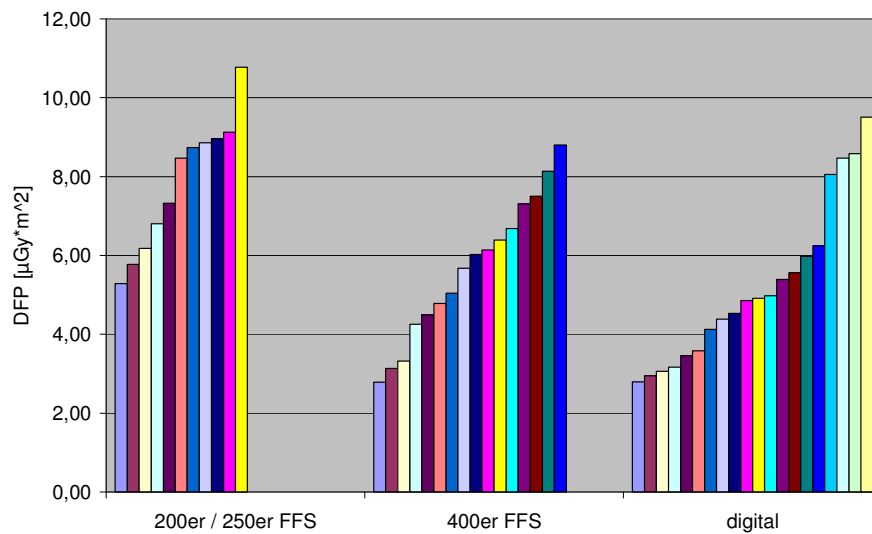
Die Zahnmediziner, bei denen im Rahmen dieser Studie DFP-Werte für die Panoramaschichtaufnahmen an Kindern gemessen wurden, haben jeweils einen von drei unterschiedlichen Bildempfängertypen verwendet. 11 OPGs wurden mit einem 200er/250er<sup>6</sup> Film-Folien-System als Bildempfänger, 16 mit einem 400er Film-Folien-System und 20 mit einem digitalen Detektor als Bildempfänger betrieben. Als digitale Detektoren waren dabei entweder Speicherfoliensysteme oder direkt digitale Detektoren im Einsatz.

Die Verteilung der DFP-Werte für Panoramaschichtaufnahmen unter Verwendung der unterschiedlichen Bildempfänger ist in Abbildung 16 dargestellt, die statistischen Größen sind in Tabelle 16 gegenübergestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Geräte, die mit 200er / 250er Film-Folien-Systemen betrieben werden, tendenziell eine deutlich höhere Strahlenexposition zur Folge haben als Systeme unter Verwendung von 400er Film-Folien-Systemen bzw. digitalen Detektoren. Bei den beiden letztgenannten Bildempfängersystemen ist für die Stichprobe innerhalb dieser Studie die Strahlenexposition bei Verwendung digitaler Detektoren leicht unter derjenigen bei Verwendung von 400er Film-Folien-Systemen. Der beobachtete Unterschied ist gleichwohl unter Beachtung des

---

<sup>6</sup> Die DIN-Bezeichnungen z.B. SC200, SC250 oder SC400 für die Empfindlichkeitsklasse von Film-Folien-Systemen, im folgenden z.B. als 200er-Film-Folien-System bezeichnet, fasst Systeme eines Empfindlichkeitsbereichs zusammen.

geringen Stichprobenumfangs sowie der großen Streuung innerhalb beider Gruppen nicht aussagekräftig. Die Strahlenexposition kann für Aufnahmen an beiden Bildempfängertypen als gleich angesehen werden.



**Abbildung 16:** Verteilung der DFP-Werte für Panoramaschichtaufnahmen an Kindern unter Verwendung unterschiedlicher Bildempfängersysteme

| Statistisches Maß | Mittleres DFP [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (200er / 250er FFS) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (400er FFS) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP (digital) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|-------------------|---|---|---|---|
| Minimum           | 2,79  | 5,29  | 2,79  | 2,80  |
| 1. Quartile       | 4,44  | 6,50  | 4,43  | 3,56  |
| Median            | 5,77  | 8,47  | 5,85  | 4,88  |
| 3. Quartile       | 7,78  | 8,91  | 6,84  | 6,04  |
| Maximum           | 10,77   | 10,77   | 8,80  | 9,51  |
| Mittelwert        | 5,99  | 7,84  | 5,65  | 5,23  |
| Anzahl Geräte     | 47  | 11  | 16  | 20  |

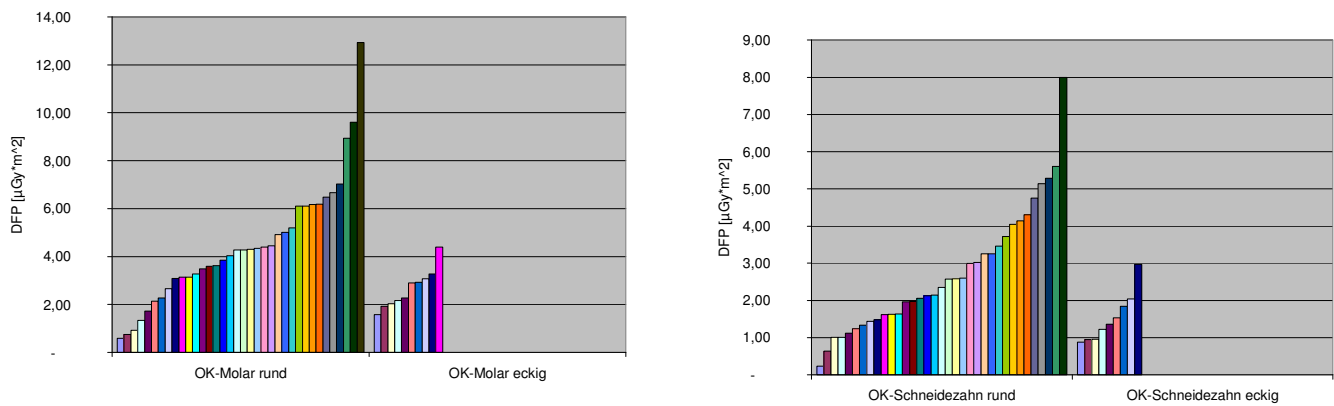
**Tabelle 16:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei Panoramaschichtaufnahmen; dem mittleren DFP-Wert (links) sind die DFP-Werte für Geräte jeweils eines Bildempfängertyps gegenübergestellt; FFS = Film-Folien-System, digital = Speicherfoliensystem oder direkt digitales Bildempfängersystem

### 3.4.3. Analyse des Einflusses der Tubusblende bei intraoralen Aufnahmen

Von Zahnmedizinern werden Blenden mit runder oder rechteckiger Öffnung am Tubusende von Tubusgeräten verwendet. Bei Geräten mit runder Tubusöffnung hat die Strahlaustrittsfläche eine Größe von etwa  $25\text{cm}^2$  bis  $28\text{cm}^2$ . Bei Geräten mit rechteckiger Tubusöffnung hat die Strahlaustrittsfläche bei den untersuchten Geräten eine Größe von  $12\text{cm}^2$ .

Die Verteilung der DFP-Werte ist exemplarisch für Aufnahmen der Oberkiefer-Molaren und der Oberkiefer-Schneidezähne als den beiden häufigsten Einzelzahnuntersuchungen an Kindern für Geräte beider möglicher Tubusöffnungen in Abbildung 17 dargestellt, die statistischen Größen sind in Tabelle 17 gegenübergestellt.

Die Strahlenexposition unterscheidet sich zwischen den Geräten der beiden Gruppen um in etwa einen Faktor 2. Diesen Unterschied entspricht etwa der unterschiedlichen Fläche der Austrittsöffnungen bei ansonsten gleichen Aufnahmebedingungen.



**Abbildung 17:** Verteilung der DFP-Werte für Einzelzahnaufnahmen des Oberkiefer (OK)-Molaren sowie der OK-Schneidezahns an Kindern bei Verwendung einer runden sowie einer Tubusblende

| Statistisches Maß | DFP (OK-Molar)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |                     | DFP (OK-Schneidezahn)<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |                     |
|-------------------|---|---------------------|--|---------------------|
|                   | Runde Öffnung                                       | Rechteckige Öffnung | Runde Öffnung  | Rechteckige Öffnung |
| Minimum           | 0,60  | 1,58                | 0,23   | 0,88                |
| 1. Quartile       | 3,13  | 2,07                | 1,56   | 0,96                |
| Median            | 4,28  | 2,59                | 2,35   | 1,36                |
| 3. Quartile       | 6,11  | 3,04                | 3,59   | 1,85                |
| Maximum           | 12,93   | 4,40                | 8,00   | 2,97                |
| Mittelwert        | 4,47  | 2,66                | 2,74   | 1,53                |
| Anzahl Geräte     | 36  | 10                  | 35   | 9                   |

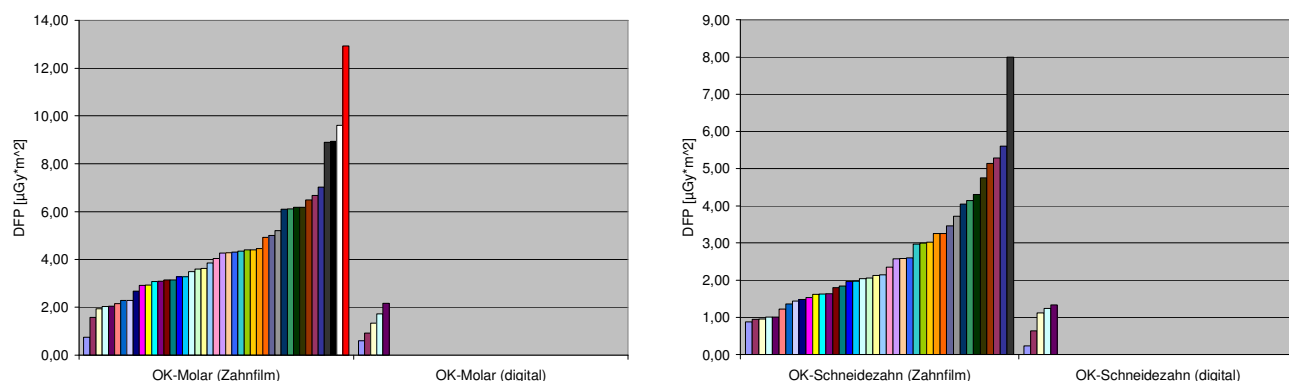
**Tabelle 17:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei Einzelzahnaufnahmen des Oberkiefer (OK)-Molaren sowie des OK-Schneidezahns bei Verwendung einer runden sowie einer rechteckigen Tubusblende

### 3.4.4. Analyse des Einflusses verschiedener Bildempfänger bei intraoralen Aufnahmen

Sieben Tubusgeräte innerhalb der Stichprobe wurden mit einem digitalen Bildempfänger, direkt digital oder als Speicherfoliensystem, betrieben. Die restlichen 48 Geräte arbeiten mit einem intraoralen Zahnfilm als Bildempfänger.

Die Verteilung der DFP-Werte ist exemplarisch für Aufnahmen der Oberkiefer-Molaren und der Oberkiefer-Schneidezähne als den beiden häufigsten Einzelzahnuntersuchungen an Kindern getrennt für Geräte mit digitalen Bildempfängern und solchen mit intraoralen Zahnfilmen in Abbildung 18 dargestellt, die statistischen Größen sind in Tabelle 18 gegenübergestellt.

Die Strahlenexposition ist in beiden Fällen bei der Verwendung digitaler Bildempfänger deutlich unter derjenigen bei der Verwendung von intraoralen Zahnfilmen. Insbesondere im Bereich der maximal vorkommenden DFP-Werte unterscheiden sich die Messwerte von Geräten der beiden Bildempfänger um einen Faktor 5 bis 6. Auffallend ist dabei, dass durchaus auch bei Tubusgeräten mit einem intraoralen Zahnfilm als Bildempfänger ein Potential zur Erreichung niedrigerer Strahlenexpositionen besteht. Bei den im Bereich niedriger DFP-Werte befindlichen Geräte mit intraoralen Zahnfilmen wird jedoch fast ausschließlich mit rechteckigen Tubusblenden, s. 3.4.3 gearbeitet, wohingegen bei den meisten Geräten mit digitalem Bildempfänger runde Blenden verwendet werden.



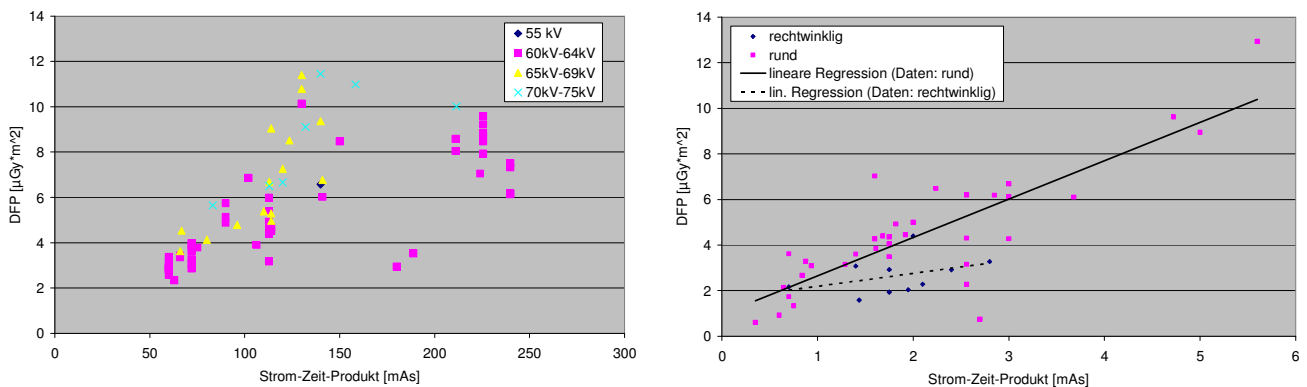
**Abbildung 18:** Verteilung der DFP-Werte für Einzelzahnaufnahmen des Oberkiefer (OK)-Molaren sowie der OK-Schneidezahns an Kindern bei Verwendung von intraoralen Zahnfilmen (Zahnfilm) oder digitalen Bildempfängern; unter „digital“ sind Speicherfoliensysteme sowie direkt digitale Detektoren zusammengefasst

| Statistisches Maß | DFP (OK-Molar) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |         | DFP (OK-Schneidezahn) [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |         |
|-------------------|--|---------|---|---------|
|                   | Zahnfilm   | digital | Zahnfilm  | digital |
| Minimum           | 0,74   | 0,60    | 0,88  | 0,23    |
| 1. Quartile       | 3,00   | 0,92    | 1,60  | 0,64    |
| Median            | 4,04   | 1,33    | 2,14  | 1,12    |
| 3. Quartile       | 5,65   | 1,73    | 3,30  | 1,24    |
| Maximum           | 12,93  | 2,16    | 8,00  | 1,34    |
| Mittelwert        | 4,46   | 1,35    | 2,67  | 0,91    |
| Anzahl Geräte     | 43   | 5       | 40  | 5       |

**Tabelle 18:** Statistische Daten zur Strahlenexposition von Kindern bei Einzelzahnaufnahmen des Oberkiefer (OK)-Molaren sowie des OK-Schneidezahns bei Verwendung von intraoralen Zahnfilmen (Zahnfilm) oder digitalen Bildempfängern; unter „digital“ sind Speicherfoliensysteme sowie direkt digitale Detektoren zusammengefasst

### 3.4.5. Korrelation einiger Aufnahmeparameter mit dem zugehörigen Wert des Dosisflächenproduktes

In der Studie, die statistische Daten zur Erstellung von Dosisreferenzwerten für zahnmedizinische Untersuchungen an Erwachsenen erarbeitet hat [StSch4436], wurden die Werte für das Dosisflächenprodukt mit direkt verfügbaren Aufnahmeparametern korreliert. Eine gute Korrelation hätte den Vorteil, dass verlässliche Werte für die Strahlenexposition sehr einfach für jede Aufnahme zu erhalten wären. Dabei wurde für Panoramaschichtaufnahmen das DFP mit dem Strom-Zeit-Produkt der Aufnahme korreliert. Für intraorale Aufnahme wurde das DFP mit der Belichtungszeit der Aufnahme korreliert. In Abbildung 19 sind die Messdaten dieser Studie entsprechend korreliert dargestellt.



**Abbildung 19:** Korrelation der DFP-Werte für Panoramaschichtaufnahmen an Kindern mit dem Strom-Zeit-Produkt der jeweiligen Aufnahme (links) sowie der DFP-Werte für Einzelzahnaufnahmen der Oberkiefer Molare mit dem Strom-Zeit-Produkt der Aufnahme (rechts). OPGs, die mit unterschiedlichen Röhrensparnungen arbeiten, sind in vier Gruppen aufgeteilt dargestellt, bei den Tubusgeräte sind solche mit rundem von anderen mit eckiger Tubusöffnung getrennt aufgetragen.

In beiden Fällen ist grundsätzlich der Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Aufnahme-parameter und dem Dosisflächenprodukt zu erkennen. Die Korrelation ist für die OPGs jedoch schlecht und auch für die intraorale Aufnahme nur mäßig gut.

### 3.4.6. Analyse von $CTDI_w$ / DLP der Dental-CT-Untersuchungen sowie der Werteverteilung des Dosisflächenproduktes bei DVT-Untersuchungen

In Tabelle 19 sind für Dental-CT-Aufnahmen eines Kiefers Median und 3. Quartile der DFP-Wert-Verteilungen aus dieser Studie denen gegenübergestellt, die im Rahmen der Studie zur Erarbeitung von diagnostischen Referenzwerten für Erwachsene ermittelt wurden. Für DVT-Aufnahmen ist eine entsprechende Gegenüberstellung nicht möglich, da in der anderen Studie für DVT-Aufnahmen die Kombination  $CTDI$  / DLP als Parameter zur Messung der Strahlenexposition verwendet wurden.

Das CT-Gerät, von dem in dieser Studie Daten für Dental-CT-Untersuchungen erhalten wurden, liegt von den Werten der Messgrößen zur Strahlenexposition auf Höhe der Werte für die 1. Quartile aus der Vergleichsstudie.

| <b>Kenngrößen der Strahlenexposition</b> |      |
|--|------|
| $CTDI_w$ (diese Studie)                  | 11,7 |
| DLP (diese Studie)                       | 51,0 |
| $CTDI_w$ (Vergleichsstudie)              | 18,8 |
| DLP (Vergleichsstudie)                   | 95,5 |

**Tabelle 19:**  $CTDI_w$  und DLP der empirischen Erhebung dieser Studie sowie der Studie zur Erarbeitung von diagnostischen Referenzwerten für Erwachsene [StSch4436] für Dental-CT-Aufnahmen

Die DFP-Werte von DVT-Aufnahmen bei unterschiedlichen Geräten und Anwendern liegen teilweise einen Faktor 5 auseinander. Geräte mit der niedrigsten Strahlenexposition haben DFP-Werte, die nur um etwa einen Faktor 2 über dem Median der DFP-Werte für Panoramaschichtaufnahmen an den untersuchten OPGs liegen. Bei dem Gerät mit der höchsten Strahlenexposition ist der DFP-Wert um mehr als einen Faktor 9 oberhalb des Median der Panoramaschichtaufnahmen. Der Median der untersuchten Geräte liegt etwa um einen Faktor 5 oberhalb des Medians der DFP-Wert-Verteilung der Panoramaschichtaufnahmen.

Bei den Interviews mit Zahnmedizinern wurden einige Hauptindikationen für Schnittbilddiagnostik genannt. In wieweit unterschiedliche Indikationen Einfluss auf die Aufnahmeparameter bei DVT- oder Dental-CT-Untersuchungen und damit auf die Strahlenexposition haben, wurde nicht untersucht.

#### **4. Zusammenfassende Diskussion der Häufigkeitsverteilung sowie der Werteverteilung der Messgrößen der Strahlenexposition**

Die Analyse der Häufigkeit, mit der unterschiedliche zahnmedizinische Röntgenuntersuchungen an Kindern durchgeführt werden, hat ergeben, dass die meisten Untersuchungsarten mit kleiner relativer Häufigkeit, bezogen auf die Gesamtzahl an Untersuchungen, durchgeführt werden. Einzig Panoramaschichtaufnahmen, Bissflügelaufnahmen sowie Schädel-Fernaufnahmen werden mit größerer relativer Häufigkeit durchgeführt. Bei Schädel-Fernaufnahmen stellt dabei das Kollektiv der Personen bis zum vollendeten 16ten Lebensjahr mit über 85% die Hauptzahl der Untersuchten.

Den relativen Häufigkeiten gegenüber stehen die absoluten Häufigkeiten mit denen zahnmedizinische Untersuchungen allgemein und im besonderen von einzelnen Zahnmedizinern an Kindern erbracht werden. Hier zeigte die Betrachtung, dass nur Panoramaschicht- und mit Einschränkungen Schädel-Fernaufnahmen von einer nennenswerten Anzahl Zahnmediziner in einem Umfang von mindestens 20 Untersuchungen im Jahr an Kindern erbracht werden. Dieses sollte bedacht werden, wenn darüber entschieden wird, welche Untersuchungsarten sich als „häufige Untersuchungen“ für diagnostische Referenzwerte eignen.

An Schnittbilddiagnostik, so wurde festgestellt, werden Dental-CT-Untersuchungen an Kindern nur noch in extrem geringem Umfang durchgeführt. Bei DVT-Untersuchungen ist die relative Häufigkeit, mit der Untersuchungen an Kindern durchgeführt werden, stark vom Anwender abhängig. Während zahlreiche der befragten Anwender gar keine DVT-Untersuchungen an Kindern durchführen, kommt ein Anwender auf mehr als 13% Aufnahmen an Kindern. Gleichwohl auch bei aktuell noch kleinen Untersuchungszahlen sollte insbesondere diese Untersuchungsart weiter im Fokus der Aufmerksamkeit verbleiben. Einerseits ist die Strahlenexposition in etwa um einen Faktor 5 oberhalb derjenigen bei einer Panoramaschichtaufnahme, andererseits bietet gerade diese neue Untersuchungsart interessante Möglichkeiten im Bereich der Kieferorthopädie. Hier gilt es z.B. durch zahnärztliche Stellen sicherzustellen, dass in Zukunft keine ausufernde Anwendung von DVT-Untersuchungen an Kindern anfallen, sondern Schnittbilddiagnostik nur korrekt indiziert durchgeführt wird.

In Bezug auf die Strahlenexposition wurde festgestellt, dass Panoramaschichtaufnahmen an Kindern mit deutlich geringerer Strahlenexposition durchgeführt werden, wie vergleichbare Untersuchungen an Erwachsenen. Für intraorale Aufnahmen sowie für Schädel-Fernaufnahmen liegen die Werte in etwa auf einer Höhe mit denen für Erwachsene. Bei den Schädel-Fernaufnahmen mag dieses ein Artefakt sein, dadurch bedingt, dass Zahnmediziner in der Vergleichsstudie vornehmlich Parameter für die Untersuchung von Kindern angegeben haben.

Die Analyse der Messwerte zeigte, dass an etlichen Stellen Optimierungspotential besteht. Einen eindeutigen Hinweis hierauf geben die allgemein sehr breiten Werteverteilungen. Bei Panoramaschichtaufnahmen hat der verwendete Bildempfänger einen deutlichen Einfluss auf die Strahlenexposition. Bei intraoralen Aufnahmen ist neben der Bildempfängerempfindlichkeit die verwendete Tubusblende von hohem Einfluss.

Bei allen Überlegungen zu vorhandenen Optimierungsmöglichkeiten bleibt jedoch zu bedenken, dass es sich um Optimierungen bei jetzt schon sehr niedriger Strahlenexposition handelt. Bei keiner

Untersuchung mit OPGs oder Tubusgeräten resultiert bei Geräten unterhalb der 3. Quartile eine effektive Dosis von mehr als  $10\mu\text{Sv}$  für den Patienten. Die Umrechnungsfaktoren von DFP zu effektiver Dosis wurden dabei [StSch4436] entnommen. Einzig bei DVT-Untersuchungen kann bei einigen Geräten eine effektive Dosis oberhalb von deutlich mehr als  $10\mu\text{Sv}$  je Aufnahme resultieren.

## Danksagung

Das Klinikum Braunschweig bedankt sich bei den beiden Hauptprojektpartnern, der Arbeitsgruppe Röntgentechnik des TÜV NORD unter der Leitung von Herrn H. Kreienfeld sowie bei der Arbeitsgruppe Photonenmetrologie der Physikalisch Technischen Bundesanstalt unter der Leitung von Herrn Dr. L. Büermann für die sehr gute Zusammenarbeit innerhalb des Vorhabens.

Das Projektteam bedankt sich insbesondere bei den Physikalisch Technischen Werkstätten (PTW) für die Bereitstellung der im Rahmen des Vorhabens benötigten Messmittel.

Das Projektteam bedankt sich sehr bei der Kassenzahnärztlichen Vereinigung Niedersachsen (KZVN), insbesondere bei Herrn Dr. T. Nels, für das zur Verfügung stellen des Abrechnungsdatensatzes der KZVN, welcher die Basis für zahlreiche weitgehende Analysen der Untersuchungshäufigkeiten bildet.

Das Projektteam bedankt sich besonders bei Herrn Dr. T. Nels, Herrn Prof. Dr. U. Rother, Herrn Dr. R. Urbach sowie Herrn Prof. Dr. H. Visser für die zahnmedizinisch fachliche Beratung innerhalb des Vorhabens.

Das Projektteam bedankt sich bei den zahlreichen Zahnmedizinern, die durch ihre Kooperation erst die Messungen vor Ort möglich machten und somit Voraussetzung für den Erfolg des Vorhabens waren.

## 5. Literaturverzeichnis

- [IEC61267] IEC, IEC 61267:2005-11 "Medical Diagnostic X-ray Equipment – Radiation Conditions for Use in the Determination of Characteristics", 2005
- [ISO4037] ISO, ISO 4037-1 „X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Radiation characteristics and production methods", 1996
- [KZBV2007] Jahrbuch der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) 2007
- [Looe2006] Looe H.K. et.al., Radiation Exposure to Children in Intraoral Dental Radiology, Rad.Prot.Dosimetry (2006), Vol. 121, S. 461-465
- [Stamm02] Stamm G., Nagel HD., CT-Expo – ein neuartiges Programm zur dosisevaluierung in der CT, Fortschr. Röntgenstr. (2002), Vol. 174, S. 1570-1576
- [Galanski01] Galanski M., Nagel HD., Stamm G., CT-Expositionspraxis in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage im Jahre 1999, Fortschr. Röntgenstr. (2001), Vol. 173, S. 1-66
- [Rother06] Rother U., Moderne Bildgebende Diagnostik in der Zahn- Mund- und Kieferheilkunde, Urban & Fischer, 2006
- [StSch4436] BFS-Vorhaben StSch4436 – Abschlussbericht
- [VisKZV2008] Prof. Dr. Visser, Dr. Nels (KZV) persönliche Mitteilung 2008



## Anlage 1 : Häufigkeit der Erbringung von zahnmedizinischen Röntgenleistungen

### *Anlage 1.1. : Häufigkeit der Erbringung von Leistungen durch Zahnmediziner der drei Fachgruppen an Personen der drei analysierten Altersstufen*

| Gebührennummer | AS1    | AS2    | AS3       |
|----------------|--------|--------|-----------|
| Ä925A          | 15.122 | 32.532 | 1.419.058 |
| Ä925B          | 236    | 570    | 41.111    |
| Ä925C          | 12     | 18     | 4.997     |
| Ä925D          | 5      | 24     | 5.661     |
| Ä934A          | 1.668  | 4.544  | 1.032     |
| Ä934B          | 3      | 8      | 30        |
| Ä934C          | 0      | 1      | 35        |
| Ä935A          | 36     | 104    | 1.249     |
| Ä935B          | 2      | 8      | 145       |
| Ä935C          | 2      | 10     | 115       |
| Ä935D          | 17.543 | 31.087 | 652.594   |

**Tabelle 20:** Anzahl abgerechneter Röntgenleistungen durch Zahnärzte für Personen der drei analysierten Altersstufen

| Gebührennummer | AS1    | AS2    | AS3   |
|----------------|--------|--------|-------|
| Ä925A          | 314    | 807    | 405   |
| Ä925B          | 0      | 6      | 0     |
| Ä925C          | 0      | 0      | 1     |
| Ä925D          | 0      | 0      | 0     |
| Ä934A          | 8.816  | 31.223 | 6.466 |
| Ä934B          | 0      | 3      | 2     |
| Ä934C          | 0      | 0      | 0     |
| Ä935A          | 9      | 14     | 8     |
| Ä935B          | 0      | 0      | 1     |
| Ä935C          | 1      | 4      | 2     |
| Ä935D          | 15.613 | 39.963 | 9.282 |

**Tabelle 21:** Anzahl abgerechneter Röntgenleistungen durch Kieferorthopäden für Personen der drei analysierten Altersstufen

| Gebührennummer | AS1 | AS2   | AS3    |
|----------------|-----|-------|--------|
| Ä925A          | 159 | 419   | 20.082 |
| Ä925B          | 0   | 2     | 181    |
| Ä925C          | 0   | 0     | 8      |
| Ä925D          | 0   | 2     | 11     |
| Ä934A          | 15  | 77    | 342    |
| Ä934B          | 6   | 2     | 243    |
| Ä934C          | 1   | 3     | 34     |
| Ä935A          | 30  | 107   | 1.439  |
| Ä935B          | 9   | 16    | 328    |
| Ä935C          | 1   | 8     | 231    |
| Ä935D          | 850 | 3.097 | 51.405 |

**Tabelle 22:** Anzahl Abgerechneter Röntgenleistungen durch Kieferchirurgen für Personen der drei analysierten Altersstufen

**Anlage 1.2. : Häufigkeit mit der Zahnmediziner der drei Fachgruppen intraorale Röntgenaufnahmen (Ä925A-Ä925D) für einzelne Zahngebiete abrechnen**

| Zahngebiet         | Zahnärzte |       |         | Kieferorthopäden |     |     | Kieferchirurgen |     |       |
|--------------------|-----------|-------|---------|------------------|-----|-----|-----------------|-----|-------|
|                    | AS1       | AS2   | AS3     | AS1              | AS2 | AS3 | AS1             | AS2 | AS3   |
| Bissflügelaufnahme | 1.874     | 9.146 | 107.383 | 310              | 789 | 199 | 6               | 49  | 467   |
| OK-Schneidezahn    | 5.007     | 4.760 | 133.722 | 2                | 4   | 26  | 118             | 146 | 3.058 |
| OK-Eckzahn         | 373       | 716   | 86.966  | 0                | 2   | 12  | 7               | 76  | 1.461 |
| OK-Prämolar        | 2.959     | 3.278 | 224.865 | 2                | 3   | 40  | 6               | 32  | 3.742 |
| OK-Molar           | 680       | 6.158 | 294.674 | 0                | 3   | 44  | 2               | 34  | 3.246 |
| UK-Schneidezahn    | 672       | 522   | 34.388  | 0                | 0   | 1   | 3               | 8   | 611   |
| UK-Eckzahn         | 181       | 148   | 63.683  | 0                | 0   | 9   | 2               | 15  | 728   |
| UK-Prämolar        | 2.526     | 2.141 | 182.118 | 0                | 3   | 17  | 11              | 22  | 2.594 |
| UK-Molar           | 850       | 5.663 | 291.259 | 0                | 3   | 57  | 4               | 37  | 4.175 |

**Tabelle 23:** Häufigkeit mit der die Gebührennummer Ä925-A von Zahnmedizinern der drei Fachgruppen für unterschiedliche Zahngebiete abgerechnet wird

| Zahngebiet         | Zahnärzte |     |        | Kieferorthopäden |     |     | Kieferchirurgen |     |     |
|--------------------|-----------|-----|--------|------------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|
|                    | AS1       | AS2 | AS3    | AS1              | AS2 | AS3 | AS1             | AS2 | AS3 |
| Bissflügelaufnahme | 21        | 197 | 4.231  | 0                | 6   | 5   | 0               | 0   | 2   |
| OK-Schneidezahn    | 17        | 31  | 3.561  | 0                | 0   | 0   | 0               | 1   | 25  |
| OK-Eckzahn         | 10        | 22  | 4.739  | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 21  |
| OK-Prämolar        | 144       | 50  | 6.128  | 0                | 0   | 1   | 0               | 0   | 31  |
| OK-Molar           | 25        | 204 | 13.094 | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 41  |
| UK-Schneidezahn    | 3         | 3   | 681    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 4   |
| UK-Eckzahn         | 1         | 1   | 1.649  | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 7   |
| UK-Prämolar        | 10        | 16  | 3.103  | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 12  |
| UK-Molar           | 5         | 4   | 3.925  | 0                | 0   | 0   | 0               | 1   | 38  |

**Tabelle 24:** Häufigkeit mit der die Gebührennummer Ä925-B von Zahnmedizinern der drei Fachgruppen für unterschiedliche Zahngebiete abgerechnet wird

| Zahngebiet         | Zahnärzte |     |       | Kieferorthopäden |     |     | Kieferchirurgen |     |     |
|--------------------|-----------|-----|-------|------------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|
|                    | AS1       | AS2 | AS3   | AS1              | AS2 | AS3 | AS1             | AS2 | AS3 |
| Bissflügelaufnahme | 0         | 1   | 0     | 0                | 0   | 1   | 0               | 0   | 0   |
| OK-Schneidezahn    | 1         | 1   | 297   | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| OK-Eckzahn         | 0         | 0   | 453   | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 1   |
| OK-Prämolar        | 6         | 3   | 732   | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 1   |
| OK-Molar           | 5         | 13  | 2.865 | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 4   |
| UK-Schneidezahn    | 0         | 0   | 32    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| UK-Eckzahn         | 0         | 0   | 58    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| UK-Prämolar        | 0         | 0   | 171   | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| UK-Molar           | 0         | 0   | 389   | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 2   |

**Tabelle 25:** Häufigkeit mit der die Gebührennummer Ä925-C von Zahnmedizinern der drei Fachgruppen für unterschiedliche Zahngebiete abgerechnet wird

| Zahngebiet         | Zahnärzte |     |       | Kieferorthopäden |     |     | Kieferchirurgen |     |     |
|--------------------|-----------|-----|-------|------------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|
|                    | AS1       | AS2 | AS3   | AS1              | AS2 | AS3 | AS1             | AS2 | AS3 |
| Bissflügelaufnahme | 0         | 4   | 0     | 0                | 6   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| OK-Schneidezahn    | 4         | 16  | 4.235 | 0                | 0   | 0   | 0               | 2   | 11  |
| OK-Eckzahn         | 0         | 0   | 47    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| OK-Prämolar        | 1         | 0   | 140   | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| OK-Molar           | 0         | 4   | 1.100 | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| UK-Schneidezahn    | 0         | 0   | 25    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| UK-Eckzahn         | 0         | 0   | 15    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| UK-Prämolar        | 0         | 0   | 40    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |
| UK-Molar           | 0         | 0   | 59    | 0                | 0   | 0   | 0               | 0   | 0   |

**Tabelle 26:** Häufigkeit mit der die Gebührennummer Ä925-D von Zahnmedizinern der drei Fachgruppen für unterschiedliche Zahngebiete abgerechnet wird

**Anlage 1.3. : Anzahl der Zahnmediziner der drei Fachgruppen, die die unterschiedlichen betrachteten Gebührennummern abrechnen**

| Gebührennummer | AS1   | AS2   | AS1 oder AS2 | AS3   |
|----------------|-------|-------|--------------|-------|
| Ä925A          | 2.906 | 3.648 | 3.778        | 4.078 |
| Ä925B          | 85    | 336   | 390          | 3.173 |
| Ä925C          | 5     | 11    | 15           | 1.114 |
| Ä925D          | 5     | 19    | 22           | 774   |
| Ä934A          | 266   | 315   | 337          | 204   |
| Ä934B          | 3     | 8     | 11           | 10    |
| Ä934C          | 0     | 1     | 1            | 5     |
| Ä935A          | 29    | 58    | 77           | 210   |
| Ä935B          | 2     | 8     | 10           | 43    |
| Ä935C          | 2     | 6     | 8            | 23    |
| Ä935D          | 2.743 | 3.451 | 3.551        | 3.821 |

**Tabelle 27:** Anzahl der Zahnärzte (von 4102), die einzelne Gebührennummern im analysierten Zeitraum abrechnen, unabhängig davon, wie oft die Gebührennummern im Zeitraum abgerechnet werden

| Gebührennummer | AS1 | AS2 | AS1 oder AS2 | AS3 |
|----------------|-----|-----|--------------|-----|
| Ä925A          | 40  | 43  | 49           | 38  |
| Ä925B          | 0   | 3   | 3            | 5   |
| Ä925C          | 0   | 0   | 0            | 1   |
| Ä925D          | 0   | 6   | 6            | 0   |
| Ä934A          | 199 | 199 | 200          | 195 |
| Ä934B          | 0   | 2   | 2            | 2   |
| Ä934C          | 0   | 0   | 0            | 0   |
| Ä935A          | 5   | 12  | 14           | 8   |
| Ä935B          | 0   | 0   | 0            | 1   |
| Ä935C          | 1   | 3   | 3            | 1   |
| Ä935D          | 199 | 199 | 200          | 198 |

**Tabelle 28:** Anzahl der Kieferorthopäden (von 201), die einzelne Gebührennummern im analysierten Zeitraum abrechnen, unabhängig davon, wie oft die Gebührennummern im Zeitraum abgerechnet werden

| Gebührennummer | AS1 | AS2 | AS1 oder AS2 | AS3 |
|----------------|-----|-----|--------------|-----|
| Ä925A          | 45  | 68  | 68           | 80  |
| Ä925B          | 0   | 2   | 2            | 28  |
| Ä925C          | 0   | 0   | 0            | 6   |
| Ä925D          | 0   | 1   | 1            | 4   |
| Ä934A          | 7   | 13  | 15           | 20  |
| Ä934B          | 3   | 1   | 3            | 8   |
| Ä934C          | 1   | 3   | 4            | 5   |
| Ä935A          | 13  | 25  | 27           | 40  |
| Ä935B          | 2   | 7   | 7            | 15  |
| Ä935C          | 1   | 4   | 4            | 13  |
| Ä935D          | 76  | 81  | 81           | 82  |

**Tabelle 29:** Anzahl der Kieferchirurgen (von 201), die einzelne Gebührennummern im analysierten Zeitraum abrechnen, unabhängig davon, wie oft die Gebührennummern im Zeitraum abgerechnet werden

## Anlage 2. : Statistische Daten zur Häufigkeit von Röntgen- aufnahmen

### Anlage 2.1 : Anzahl von Röntgenaufnahmen der drei zahnmedizi- nischen Fachgruppen

| Untersuchungsart        | AS1        | AS2          | AS3            |
|-------------------------|------------|--------------|----------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 10521±0,5  | 35884±2      | 8632±34,5      |
| Panoramaschichtaufnahme | 34006±0    | 74147±0      | 713281±0       |
| Spezialaufnahmen        | 111±2      | 350±11       | 4862±174       |
| Bissflügel              | 3150±328,6 | 14892±1498,8 | 168228±16257,1 |
| UK-Molar                | 1276±128,1 | 8213±855,5   | 441993±44329,7 |
| UK-Prämolar             | 3642±380,6 | 3199±324,9   | 285230±27713,4 |
| UK-Eckzahn              | 328±27,5   | 365±24,5     | 113538±9666,2  |
| UK-Schneidezahn         | 1021±101,3 | 883±79,5     | 70750±5251     |
| OK-Molar                | 1075±102,4 | 9216±929,8   | 463799±44738,9 |
| OK-Prämolar             | 4512±445,6 | 4873±497     | 352806±34309,7 |
| OK-Eckzahn              | 622±57     | 1290±119,1   | 153714±13285,4 |
| OK-Schneidezahn         | 7282±769,1 | 7073±736,5   | 219080±20529,8 |

**Tabelle 30:** Anzahl Röntgenaufnahmen durch eine der zahnmedizinischen Fachgruppen an Personen der drei analysierten Altersstufen

| Untersuchungsart        | AS1        | AS2          | AS3            |
|-------------------------|------------|--------------|----------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 1674±0     | 4564±0,5     | 1215±17,5      |
| Panoramaschichtaufnahme | 17543±0    | 31087±0      | 652594±0       |
| Spezialaufnahmen        | 47±1       | 155±5        | 1942±57,5      |
| Bissflügel              | 2708±281,2 | 13637±1373,2 | 167260±16157,4 |
| UK-Molar                | 1270±127,5 | 8058±849,5   | 435927±43694,9 |
| UK-Prämolar             | 3627±378,9 | 3151±321,2   | 281486±27321,7 |
| UK-Eckzahn              | 326±27,2   | 331±22,2     | 112429±9555,7  |
| UK-Schneidezahn         | 1017±100,8 | 858±78,3     | 69820±5159,2   |
| OK-Molar                | 1072±102,1 | 9151±924,2   | 459046±44245,6 |
| OK-Prämolar             | 4501±444,4 | 4811±491,8   | 347382±33742,5 |
| OK-Eckzahn              | 612±56     | 1168±107,5   | 151545±13064,6 |
| OK-Schneidezahn         | 7114±751,1 | 6847±714     | 214648±20067,3 |

**Tabelle 31:** Anzahl Röntgenaufnahmen durch Zahnärzte an Personen der drei analysierten Altersstufen

| Untersuchungsart        | AS1      | AS2        | AS3      |
|-------------------------|----------|------------|----------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 8816±0   | 31229±0    | 6470±0   |
| Panoramaschichtaufnahme | 15613±0  | 39963±0    | 9282±0   |
| Spezialaufnahmen        | 13±0,5   | 28±2       | 17±1     |
| Bissflügel              | 434±46,5 | 1186±118,4 | 306±29,9 |
| UK-Molar                | 0±0      | 4±0,5      | 80±8,6   |
| UK-Prämolar             | 0±0      | 4±0,5      | 24±2,6   |
| UK-Eckzahn              | 0±0      | 0±0        | 13±1,4   |
| UK-Schneidezahn         | 0±0      | 0±0        | 2±0,2    |
| OK-Molar                | 0±0      | 4±0,5      | 62±6,6   |
| OK-Prämolar             | 3±0,3    | 4±0,5      | 58±6     |
| OK-Eckzahn              | 0±0      | 3±0,3      | 17±1,8   |
| OK-Schneidezahn         | 3±0,3    | 6±0,6      | 37±3,9   |

**Tabelle 32:** Anzahl Röntgenaufnahmen durch Kieferorthopäden an Personen der drei analysierten Altersstufen

| Untersuchungsart        | AS1      | AS2      | AS3        |
|-------------------------|----------|----------|------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 31±0,5   | 92±1,5   | 947±17     |
| Panoramaschichtaufnahme | 850±0    | 3097±0   | 51405±0    |
| Spezialaufnahmen        | 52±0,5   | 167±4    | 2904±115,5 |
| Bissflügel              | 8±0,9    | 69±7,4   | 662±70,1   |
| UK-Molar                | 6±0,6    | 57±5,6   | 5986±626,3 |
| UK-Prämolar             | 15±1,7   | 34±3,3   | 3720±389,1 |
| UK-Eckzahn              | 3±0,3    | 24±2,3   | 1096±109,2 |
| UK-Schneidezahn         | 4±0,5    | 14±1,2   | 928±91,7   |
| OK-Molar                | 3±0,3    | 50±5,1   | 4691±486,9 |
| OK-Prämolar             | 8±0,9    | 48±4,8   | 5366±561,3 |
| OK-Eckzahn              | 10±1,1   | 109±11,4 | 2152±219,2 |
| OK-Schneidezahn         | 165±17,7 | 209±21,9 | 4396±458,7 |

**Tabelle 33:** Anzahl Röntgenaufnahmen durch Kieferchirurgen an Personen der drei analysierten Altersstufen



**Anlage 2.2. : Relative Häufigkeit, mit der Röntgenaufnahmen an Personen der Altersstufen AS1 und AS2 erbracht werden**

| Untersuchungsart        | AS1       | AS2       | AS3         |
|-------------------------|-----------|-----------|-------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 19,1%±0%  | 65,2%±0%  | 15,7%±0,1%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 4,1%±0%   | 9%±0%     | 86,8%±0%    |
| Spezialaufnahmen        | 2,1%±0,1% | 6,6%±0,3% | 91,3%±4,4%  |
| Bissflügel              | 1,7%±0,2% | 8%±1,1%   | 90,3%±11,8% |
| UK-Molar                | 0,3%±0%   | 1,8%±0,3% | 97,9%±13,7% |
| UK-Prämolar             | 1,2%±0,2% | 1,1%±0,2% | 97,7%±13,3% |
| UK-Eckzahn              | 0,3%±0%   | 0,3%±0%   | 99,4%±11,9% |
| UK-Schneidezahn         | 1,4%±0,2% | 1,2%±0,1% | 97,4%±10,1% |
| OK-Molar                | 0,2%±0%   | 1,9%±0,3% | 97,8%±13,2% |
| OK-Prämolar             | 1,2%±0,2% | 1,3%±0,2% | 97,4%±13,2% |
| OK-Eckzahn              | 0,4%±0,1% | 0,8%±0,1% | 98,8%±12%   |
| OK-Schneidezahn         | 3,1%±0,4% | 3%±0,4%   | 93,9%±12,1% |

**Tabelle 34:** Relativer Anteil von Röntgenaufnahmen durch eine der zahnmedizinischen Fachgruppen an Personen der drei analysierten Altersstufen bezogen auf die Gesamtheit aller durchgeführten Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart

| Untersuchungsart        | AS1        | AS2        | AS3         |
|-------------------------|------------|------------|-------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 22,5%±0,1% | 61,2%±0,1% | 16,3%±0,2%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 2,5%±0%    | 4,4%±0%    | 93,1%±0%    |
| Spezialaufnahmen        | 2,2%±0,1%  | 7,2%±0,3%  | 90,6%±3,6%  |
| Bissflügel              | 1,5%±0,2%  | 7,4%±1%    | 91,1%±11,9% |
| UK-Molar                | 0,3%±0%    | 1,8%±0,3%  | 97,9%±13,7% |
| UK-Prämolar             | 1,3%±0,2%  | 1,1%±0,2%  | 97,6%±13,2% |
| UK-Eckzahn              | 0,3%±0%    | 0,3%±0%    | 99,4%±11,9% |
| UK-Schneidezahn         | 1,4%±0,2%  | 1,2%±0,1%  | 97,4%±10%   |
| OK-Molar                | 0,2%±0%    | 1,9%±0,3%  | 97,8%±13,2% |
| OK-Prämolar             | 1,3%±0,2%  | 1,3%±0,2%  | 97,4%±13,2% |
| OK-Eckzahn              | 0,4%±0%    | 0,8%±0,1%  | 98,8%±12%   |
| OK-Schneidezahn         | 3,1%±0,4%  | 3%±0,4%    | 93,9%±12%   |

**Tabelle 35:** relativer Anteil von Röntgenaufnahmen durch Zahnärzte an Personen der drei analysierten Altersstufen bezogen auf die Gesamtheit aller durchgeführten Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart

| Untersuchungsart        | AS1        | AS2        | AS3         |
|-------------------------|------------|------------|-------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 19%±0%     | 67,1%±0%   | 13,9%±0%    |
| Panoramaschichtaufnahme | 24,1%±0%   | 61,6%±0%   | 14,3%±0%    |
| Spezialaufnahmen        | 21,7%±1,2% | 48,7%±4%   | 29,6%±2,1%  |
| Bissflügel              | 22,5%±2,9% | 61,6%±7,4% | 15,9%±1,9%  |
| UK-Molar                | 0%±0%      | 5%±0,7%    | 95%±14%     |
| UK-Prämolar             | 0%±0%      | 14,9%±2,1% | 85,1%±11,9% |
| UK-Eckzahn              | 0%±0%      | 0%±0%      | 100%±14,9%  |
| UK-Schneidezahn         | 0%±0%      | 0%±0%      | 100%±12,9%  |
| OK-Molar                | 0%±0%      | 6,4%±0,9%  | 93,6%±13,7% |
| OK-Prämolar             | 4,3%±0,6%  | 6,4%±0,9%  | 89,3%±12,4% |
| OK-Eckzahn              | 0%±0%      | 14,1%±2%   | 85,9%±12%   |
| OK-Schneidezahn         | 6,2%±0,9%  | 12,4%±1,7% | 81,4%±11,2% |

**Tabelle 36:** Relativer Anteil von Röntgenaufnahmen durch Kieferorthopäden an Personen der drei analysierten Altersstufen bezogen auf die Gesamtheit aller durchgeführten Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart

| Untersuchungsart        | AS1       | AS2       | AS3         |
|-------------------------|-----------|-----------|-------------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 2,9%±0,1% | 8,6%±0,2% | 88,6%±2,1%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 1,5%±0%   | 5,6%±0%   | 92,9%±0%    |
| Spezialaufnahmen        | 1,6%±0,1% | 5,3%±0,2% | 93%±5,1%    |
| Bissflügel              | 1,1%±0,2% | 9,3%±1,3% | 89,6%±12,8% |
| UK-Molar                | 0,1%±0%   | 0,9%±0,1% | 99%±14,6%   |
| UK-Prämolar             | 0,4%±0,1% | 0,9%±0,1% | 98,7%±14,5% |
| UK-Eckzahn              | 0,2%±0%   | 2,1%±0,3% | 97,6%±13,6% |
| UK-Schneidezahn         | 0,4%±0,1% | 1,5%±0,2% | 98,1%±13,6% |
| OK-Molar                | 0,1%±0%   | 1,1%±0,2% | 98,9%±14,4% |
| OK-Prämolar             | 0,2%±0%   | 0,9%±0,1% | 99%±14,6%   |
| OK-Eckzahn              | 0,4%±0,1% | 4,8%±0,7% | 94,8%±13,3% |
| OK-Schneidezahn         | 3,5%±0,5% | 4,4%±0,6% | 92,2%±13,1% |

**Tabelle 37:** Relativer Anteil von Röntgenaufnahmen durch Kieferchirurgen an Personen der drei analysierten Altersstufen bezogen auf die Gesamtheit aller durchgeführten Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart

**Anlage 2.3. : Relative Anteile an Zahnmedizinern, die Aufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 20 bzw. 50 mal im Jahr erbringen**

| Untersuchungsart        | AS1  | AS2   | AS1 oder AS2 | AS3   |
|-------------------------|------|-------|--------------|-------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 3,9% | 1,7%  | 6,8%         | 2,9%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 8,4% | 13,1% | 21,7%        | 89,9% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 0,9%  |
| Bissflügel              | 0,7% | 4,1%  | 4,9%         | 34,2% |
| UK-Molar                | 0,0% | 0,3%  | 0,4%         | 87,8% |
| UK-Prämolar             | 0,3% | 0,0%  | 0,4%         | 83,5% |
| UK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 52,4% |
| UK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 29,7% |
| OK-Molar                | 0,0% | 0,5%  | 0,8%         | 87,2% |
| OK-Prämolar             | 0,4% | 0,1%  | 0,9%         | 86,3% |
| OK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 66,0% |
| OK-Schneidezahn         | 0,3% | 0,1%  | 1,2%         | 78,6% |

**Tabelle 38:** Relativer Anteil Zahnmedizinern einer der drei Fachgruppen, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 20 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Zahnmediziner, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

| Untersuchungsart        | AS1  | AS2  | AS1 oder AS2 | AS3   |
|-------------------------|------|------|--------------|-------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 0,4% | 1,9% | 2,5%         | 0,2%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 4,2% | 8,2% | 17,0%        | 90,7% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 0,6%  |
| Bissflügel              | 0,7% | 4,0% | 4,8%         | 36,3% |
| UK-Molar                | 0,0% | 0,3% | 0,4%         | 92,3% |
| UK-Prämolar             | 0,3% | 0,0% | 0,5%         | 87,9% |
| UK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 55,6% |
| UK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 31,3% |
| OK-Molar                | 0,0% | 0,6% | 0,8%         | 91,7% |
| OK-Prämolar             | 0,4% | 0,1% | 1,0%         | 90,7% |
| OK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 69,5% |
| OK-Schneidezahn         | 0,3% | 0,1% | 1,2%         | 82,5% |

**Tabelle 39:** Relativer Anteil an Zahnärzten, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 20 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Zahnärzte, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

| Untersuchungsart        | AS1   | AS2   | AS1 oder AS2 | AS3   |
|-------------------------|-------|-------|--------------|-------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 78,1% | 96,5% | 97,5%        | 55,2% |
| Panoramaschichtaufnahme | 92,0% | 97,0% | 98,0%        | 70,6% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| Bissflügel              | 2,0%  | 7,5%  | 7,5%         | 3,0%  |
| UK-Molar                | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |
| UK-Prämolar             | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |
| UK-Eckzahn              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| UK-Schneidezahn         | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| OK-Molar                | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |
| OK-Prämolar             | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |
| OK-Eckzahn              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| OK-Schneidezahn         | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |

**Tabelle 40:** Relativer Anteil an Kieferorthopäden, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 20 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Kieferorthopäden, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

| Untersuchungsart        | AS1   | AS2   | AS1 oder AS2 | AS3    |
|-------------------------|-------|-------|--------------|--------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 0,0%  | 0,0%  | 1,2%         | 11,0%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 14,6% | 56,1% | 68,3%        | 100,0% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0%  | 0,0%  | 1,2%         | 20,7%  |
| Bissflügel              | 0,0%  | 1,2%  | 2,4%         | 3,7%   |
| UK-Molar                | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 75,6%  |
| UK-Prämolar             | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 67,1%  |
| UK-Eckzahn              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 20,7%  |
| UK-Schneidezahn         | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 19,5%  |
| OK-Molar                | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 73,2%  |
| OK-Prämolar             | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 78,0%  |
| OK-Eckzahn              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 52,4%  |
| OK-Schneidezahn         | 0,0%  | 0,0%  | 3,7%         | 75,6%  |

**Tabelle 41:** Relativer Anteil an Kieferchirurgen, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 20 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Kieferchirurgen, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

| Untersuchungsart        | AS1  | AS2  | AS1 oder AS2 | AS3   |
|-------------------------|------|------|--------------|-------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 1,7% | 4,5% | 5,0%         | 1,0%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 3,2% | 6,1% | 8,6%         | 81,6% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 0,5%  |
| Bissflügel              | 0,3% | 0,6% | 1,1%         | 20,5% |
| UK-Molar                | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 71,8% |
| UK-Prämolar             | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 56,2% |
| UK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 12,7% |
| UK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 4,1%  |
| OK-Molar                | 0,0% | 0,0% | 0,1%         | 71,4% |
| OK-Prämolar             | 0,1% | 0,0% | 0,1%         | 64,4% |
| OK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 23,2% |
| OK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0% | 0,1%         | 41,4% |

**Tabelle 42:** relativer Anteil an Zahnmedizinern einer der drei Fachgruppen, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 50 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Zahnmediziner, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

| Untersuchungsart        | AS1  | AS2  | AS1 oder AS2 | AS3   |
|-------------------------|------|------|--------------|-------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 0,1% | 0,5% | 0,7%         | 0,0%  |
| Panoramaschichtaufnahme | 0,3% | 1,5% | 3,7%         | 83,5% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 0,3%  |
| Bissflügel              | 0,2% | 0,5% | 1,0%         | 21,9% |
| UK-Molar                | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 75,6% |
| UK-Prämolar             | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 59,3% |
| UK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 13,5% |
| UK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 4,4%  |
| OK-Molar                | 0,0% | 0,0% | 0,1%         | 75,4% |
| OK-Prämolar             | 0,1% | 0,0% | 0,1%         | 67,7% |
| OK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0% | 0,0%         | 24,6% |
| OK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0% | 0,1%         | 43,3% |

**Tabelle 43:** Relativer Anteil an Zahnärzten, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 50 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Zahnärzte, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

| Untersuchungsart        | AS1   | AS2   | AS1 oder AS2 | AS3   |
|-------------------------|-------|-------|--------------|-------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 36,3% | 87,6% | 94,0%        | 19,9% |
| Panoramaschichtaufnahme | 61,7% | 92,0% | 96,0%        | 35,8% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| Bissflügel              | 1,0%  | 4,0%  | 4,0%         | 0,0%  |
| UK-Molar                | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |
| UK-Prämolar             | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| UK-Eckzahn              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| UK-Schneidezahn         | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| OK-Molar                | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |
| OK-Prämolar             | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,5%  |
| OK-Eckzahn              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |
| OK-Schneidezahn         | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%         | 0,0%  |

**Tabelle 44:** Relativer Anteil an Kieferorthopäden, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 50 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Kieferorthopäden, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

| Untersuchungsart        | AS1  | AS2   | AS1 oder AS2 | AS3    |
|-------------------------|------|-------|--------------|--------|
| Schädel-Fernaufnahme    | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 4,9%   |
| Panoramaschichtaufnahme | 2,4% | 24,4% | 35,4%        | 100,0% |
| Spezialaufnahmen        | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 14,6%  |
| Bissflügel              | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 3,7%   |
| UK-Molar                | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 52,4%  |
| UK-Prämolar             | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 40,2%  |
| UK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 3,7%   |
| UK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 1,2%   |
| OK-Molar                | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 43,9%  |
| OK-Prämolar             | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 53,7%  |
| OK-Eckzahn              | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 9,8%   |
| OK-Schneidezahn         | 0,0% | 0,0%  | 0,0%         | 43,9%  |

**Tabelle 45:** Relativer Anteil an Kieferchirurgen, die Röntgenaufnahmen einer Untersuchungsart häufiger als 50 mal im analysierten Abrechnungszeitraum durchführen bezogen auf die Gesamtheit aller Kieferchirurgen, die die entsprechende Untersuchungsart durchführen

# Anlage 3. : Erhebungsbögen zur Ermittlung der relativen Häufigkeit zahnmedizinischer Röntgenuntersuchungen an Kindern

**Erhebung von statistischen Daten zur Exposition von Kindern bei zahnmedizinischen Röntgenuntersuchungen zur Erstellung von diagnostischen Referenzwerten**  
(UFO-Plan Vorhaben StSch4459 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)



Klinikum  
Braunschweig



PTW



## Allgemeine Basisdaten:

### Spezialisierung der Einheit :

- Zahnarzt     Kieferorthopäde     Kieferchirurg     Radiologe

### Art der Einheit :

- Praxis     Ambulanz / Poliklinik     Klinik

### Bezeichnung der Einheit :

Name:   
Strasse:   
PLZ:  Ort:

### Anzahl an Tubusaufnahmen im Jahr:

- <300     <600     <1200     <1800     >1800

### Anzahl an Panoramaschichtaufnahmen im Jahr:

- <50     <100     <200     <400     >400

### Anzahl an Schädel-Fernröntgen-Aufnahmen im Jahr:

- <50     <100     <200     <400     >400

### Anzahl an Dental-CT-Untersuchungen im Jahr (Achtung! Bei hier bitte auch die Anzahl der Überweisungen zum Dental-CT berücksichtigen):

- <20     <40     <80     <120     >120

### Anzahl an DVT-Untersuchungen im Jahr (Achtung! Hier bitte auch die Anzahl der Überweisungen zum DVT berücksichtigen):

- <20     <40     <80     <120     >120

Bemerkung:

Bitte senden Sie den Bogen an die FAX-Nummer 0531-5952786 zurück.  
Bei Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Rufnummer 0531-5952125 jederzeit gerne zur Verfügung.

**Vielen Dank für Ihre Mithilfe!**

Zeitbereich:

von         bis         oder Quartal  / Jahr

**Tubusaufnahmen:**

Oberkiefer :

|                 | Anzahl Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>gesamt | Anteil Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anteil Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Molaren         | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Prämolaren      | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Caninus         | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Incisivi        | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Aufbissaufnahme | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |

Unterkiefer :

|                 | Anzahl Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>gesamt | Anteil Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anteil Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Molaren         | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Prämolaren      | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Caninus         | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Incisivi        | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Aufbissaufnahme | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |

Bissflügelaufnahmen :

|  | Anzahl Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>gesamt | Anteil Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anteil Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|  | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |

**Aufnahmen am OPG:**

|                               | Anzahl Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre | Anzahl Aufnahmen<br>gesamt | Anteil Aufnahmen<br>0 bis 10 Jahre | Anteil Aufnahmen<br>11 bis 15 Jahre |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Panorama-<br>Schichtaufnahmen | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |
| Schädel-Ferrröntgen           | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                | <input type="text"/>       | <input type="text"/>               | <input type="text"/>                |

**Überweisungen zum Dental-CT:**

|             | Anzahl Überweisungen<br>0 bis 10 Jahre | Anzahl Überweisungen<br>11 bis 15 Jahre | Anzahl Überweisungen<br>gesamt | Anteil Überweisungen<br>0 bis 10 Jahre | Anteil Überweisungen<br>11 bis 15 Jahre |
|-------------|--|---|--------------------------------|--|---|
| Oberkiefer  | <input type="text"/>                   | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>           | <input type="text"/>                   | <input type="text"/>                    |
| Unterkiefer | <input type="text"/>                   | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>           | <input type="text"/>                   | <input type="text"/>                    |
| gesamt      | <input type="text"/>                   | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>           | <input type="text"/>                   | <input type="text"/>                    |

Bitte senden Sie den Bogen an die FAX-Nummer 0531-5952786 zurück.

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Rufnummer 0531-5952125 jederzeit gerne zur Verfügung.

**Vielen Dank für Ihre Mithilfe!**



**Erhebung von statistischen Daten zur Exposition von Kindern bei zahnmedizinischen  
Röntgenuntersuchungen zur Erstellung von diagnostischen Referenzwerten**  
(UFO-Plan Vorhaben StSch4459 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)



**Ausfüllhinweise  
zum Erhebungsbogen**



Wir versichern, dass die Informationen ausschließlich für das vom Bundesministerium für Umwelt über das Bundesamt für Strahlenschutz erteilte Vorhaben verwendet und darüber hinaus geheim gehalten werden. Der Datenschutz wird zugesichert.

**Zur Seite „Basisdaten“:**

Die Daten auf dem Basisdaten-Blatt werden erhoben, um zu gewährleisten, dass die in die Stichprobe einfließenden Daten ein repräsentatives Abbild der Gesamtheit bilden.

**Spezialisierung der Einheit:** Kreuzen Sie die in der Einheit vorhandenen fachlichen Spezialisierungen an. Es sind mehrere Nennungen möglich.

**Art der Einheit:** Bitte ordnen Sie die Einheit den zur Auswahl stehenden, möglichen Arten zu. Es sind mehrere Nennungen möglich.

**Bezeichnung:** Die Angabe in diesem Abschnitt ist freiwillig. Sie hilft uns, um mit Ihnen in Kontakt zu treten, sollten bei der Auswertung Ihrer Daten Fragen auftreten. Bitte helfen Sie uns, indem Sie uns die Möglichkeit zur Nachfrage eröffnen!

**Anzahl an Aufnahmen:** Bitte ordnen Sie Ihre Einheit in jeweils eine der Gruppen ein, in Abhängigkeit der im letzten Jahr bei Ihnen durchgeführten bzw. angeforderten Untersuchungen. Wenn Sie eine der Untersuchungstechniken (z.B. DVT) im vergangenen Jahr nicht verwendet bzw. angefordert haben, so lassen Sie diese Zeile bitte leer.

**Bemerkung:** Hier können Sie weitergehende Informationen für uns hinterlassen

**Zur Seite „Untersuchungshäufigkeiten“:**

Das Vorhaben zielt darauf ab, Vorschläge für diagnostische Referenzwerte für zahnmedizinische Röntgenuntersuchungen an Kindern zu erarbeiten. Referenzwerte machen nur dann Sinn, wenn eine Untersuchung hinreichend häufig durchgeführt wird. Die Informationen auf der Seite „Untersuchungshäufigkeiten“ ermöglichen es uns, einzuschätzen, für welche der Untersuchungen diagnostische Referenzwerte sinnvoll sind und für welche nicht.

**Zeitbereich:** Geben Sie hier den Zeitbereich an, auf den sich die Untersuchungshäufigkeiten beziehen, die Sie weiter unten angeben. Einen guten Kompromiss zwischen Aufwand und statistischer Genauigkeit ist die Angabe von Daten eines Quartals.

**Untersuchungshäufigkeiten:** In drei Abschnitten erfragen wir Informationen über Aufnahmen an Tubusgeräten, an OPGs sowie Überweisungen zu Dental-CTs, die Sie vorgenommen haben. Sie haben die Möglichkeit uns die Absolutzahlen an Untersuchungen oder die relativen Häufigkeiten an Untersuchungen zu nennen. In jeder Zeile betrifft die erste Spalte jeweils Untersuchungen an Kindern zwischen 0 und 10 Jahren, die zweite Spalte Untersuchungen an Kindern zwischen 11 und 15 Jahren und die dritte Spalte die Gesamtzahl an Untersuchungen die Sie an Kindern und Erwachsenen durchgeführt haben. In den Spalten vier und fünf wird der relative Anteil an Aufnahmen, die Sie an Kindern zwischen 0 und 10 Jahren bzw. 11 und 15 Jahren durchgeführt haben, erfragt. Die relativen Häufigkeiten sind immer bezogen auf die Gesamtzahl an Untersuchungen. Bitte geben Sie uns, wenn möglich, die Absolutzahlen. Diese bieten uns mehr Möglichkeiten zur Auswertung. Wenn Sie eine Untersuchung (z.B. Unterkiefer-Molare bei Kindern zwischen 0 und 10 Jahren) im betrachteten Zeitraum nicht durchgeführt haben, so tragen Sie dort bitte eine Null (0) ein.

Bitte senden Sie die Erhebungsbögen an die FAX-Nummer 0531-5952786 zurück.  
Bei Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Rufnummer 0531-5952125 jederzeit gerne zur Verfügung.

**Vielen Dank für Ihre Mithilfe!**

# Anlage 4. : Erhebungsbögen zur Ermittlung der statistischen Daten zur Beurteilung der Strahlenexposition

Gerätenummer : \_\_\_\_\_ Mitarbeiterkürzel : \_\_\_\_\_

Röntgenstrahler : Hersteller : \_\_\_\_\_ Gerätetyp : \_\_\_\_\_

Detektor : Hersteller : \_\_\_\_\_ Typ : \_\_\_\_\_

Direkt digital     Speicherfolie     Röntgenfilm

### Aufnahmeparameter (für Aufnahmen an Patienten bis 15 Jahre):

#### Oberkiefer :

|                 | Spannung [kV] | Strom [mA] | Belichtung [s] | Filterung [mmAl] | Separates Kinderprogramm |
|-----------------|---------------|------------|----------------|------------------|--------------------------|
| Molaren         |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Prämolaren      |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Caninus         |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Incisivi        |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Aufbissaufnahme |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |

#### Unterkiefer :

|                 | Spannung [kV] | Strom [mA] | Belichtung [s] | Filterung [mmAl] | Separates Kinderprogramm |
|-----------------|---------------|------------|----------------|------------------|--------------------------|
| Molaren         |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Prämolaren      |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Caninus         |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Incisivi        |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Aufbissaufnahme |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |

#### Bissflügel :

| Spannung [kV] | Strom [mA] | Belichtung [s] | Filterung [mmAl] | Separates Kinderprogramm |
|---------------|------------|----------------|------------------|--------------------------|
|               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |

### Zusatzinformationen:

Feldgröße: Radius [cm]: \_\_\_\_\_ oder

Länge [cm]: \_\_\_\_\_ / Breite [cm]: \_\_\_\_\_

Rechtwinkelaufnahmetechnik

### Vor-Ort-Messungen zur Bestimmung der Konversionsfaktoren Aufnahmeparameter - DFP:

Luftdruck [hPa]: \_\_\_\_\_ / Temperatur [°C]: \_\_\_\_\_

|           | Spannung [kV] | Strom [mA] | Belichtung [s] | Filterung [mmAl] | DFP 1 [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP 2 [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP 3 [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP 4 [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | DFP 5 [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
|-----------|---------------|------------|----------------|------------------|---|---|---|---|---|
| Messung 1 |               |            |                |                  |   |   |   |   |   |
| Messung 2 |               |            |                |                  |   |   |   |   |   |
| Messung 3 |               |            |                |                  |   |   |   |   |   |
| Messung 4 |               |            |                |                  |   |   |   |   |   |
| Messung 5 |               |            |                |                  |   |   |   |   |   |

Gerätenummer : \_\_\_\_\_

**Röntgenstrahler :** Hersteller : \_\_\_\_\_ Gerätetyp : \_\_\_\_\_

**Detektor :** Hersteller : \_\_\_\_\_ Typ : \_\_\_\_\_ EK : \_\_\_\_\_

Direkt digital     Speicherfolie     Film-Folien-System

**Aufnahmeparameter (für Aufnahmen an Patienten bis 15 Jahre):**

Panorama-Schichtaufnahme :

|                 | Spannung [kV] | Strom [mA] | Belichtung [s] | Filterung [mmAl] | Separates Kinderprogramm |
|-----------------|---------------|------------|----------------|------------------|--------------------------|
| Kleinere Kinder |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Größere Kinder  |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Kinder allg.    |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |

Röntgen-Fernaufnahme :

|                 | Spannung [kV] | Strom [mA] | Belichtung [s] | Filterung [mmAl] | Separates Kinderprogramm |
|-----------------|---------------|------------|----------------|------------------|--------------------------|
| Kleinere Kinder |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Größere Kinder  |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |
| Kinder allg.    |               |            |                |                  | <input type="checkbox"/> |

**Zusatzinformationen:**

Höhe des Strahls am Bildempfänger [cm]: \_\_\_\_\_ Fokus-Bildempfänger-Abstand [cm]: \_\_\_\_\_

Strahl vertikal auf Objektgröße einblendbar

**Vor-Ort-Messungen zur Bestimmung der Konversionsfaktoren Aufnahmeparameter - DFP:**

Luftdruck [hPa]: \_\_\_\_\_ / Temperatur [°C]: \_\_\_\_\_

|           | Spannung [kV] | Strom [mA] | Belichtung [s] | Filterung [mmAl] | DFP 1 [μGy*m²] | DFP 2 [μGy*m²] | DFP 3 [μGy*m²] | DFP 4 [μGy*m²] | DFP 5 [μGy*m²] |
|-----------|---------------|------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Messung 1 |               |            |                |                  |                |                |                |                |                |
| Messung 2 |               |            |                |                  |                |                |                |                |                |
| Messung 3 |               |            |                |                  |                |                |                |                |                |
| Messung 4 |               |            |                |                  |                |                |                |                |                |
| Messung 5 |               |            |                |                  |                |                |                |                |                |
| Messung 6 |               |            |                |                  |                |                |                |                |                |
| Messung 7 |               |            |                |                  |                |                |                |                |                |

### Zur Seite Technik-Tubusgeräte:

**Gerätenummer:** Tragen Sie hier eine eindeutige Kennnummer für das betrachtete Gerät ein

**Mitarbeiterkürzel:** Tragen Sie hier eine eindeutige Kennung der Person ein, die die technischen Parameter erhoben hat.

**Röntgenstrahler:** Hier sind Hersteller und Gerätetyp des Röntgengerätes zu benennen.

**Detektor:** Hier sind Hersteller und Typ des Detektors anzugeben. Bei integrierten Geräten, bei denen Strahler und Detektor in einer Einheit von einem Hersteller kommen, können die Felder frei bleiben. In den Auswahlfeldern ist der Bildempfänger zu klassifizieren. Es ist nur eine Nennung möglich! Werden an einer Stelle Aufnahmen mit zwei unterschiedlichen Detektortypen durchgeführt, z.B. sowohl direkt digital wie auch auf Röntgenfilm, so ist eine Datenerhebung auf zwei Bögen erforderlich!

**Aufnahmeparameter:** Im folgenden werden die technischen Parameter erhoben, die vor Ort für die unterschiedlichen Aufnahmen verwendet werden. Achtung! Es werden technische Parameter nur von den Untersuchungen erhoben, die vor Ort wirklich bei Kindern bis 15 Jahre durchgeführt werden! Werden z.B. in der Einheit keine Unterkiefer-Molare bei Kindern untersucht, so bleibt die Zeile leer. Im Auswahlkästchen ist zu vermerken, ob die bei den Aufnahmen verwendeten Parameter für Kinder spezifisch sind, oder auch in gleicher Weise bei Erwachsenen aufnahmen verwendet werden. Werden bei Kindern, z.B. in Abhängigkeit des Alters, mehrere, von einander abweichende Parametersätze für eine Untersuchung verwendet, so sind alle Parametersätze, zusammen mit der Nennung des dafür gültigen Patientenkollektivs, auf dem Bogen anzugeben!

**Zusatzinformationen:** Hier ist die Größe des Ausschnitts der verwendeten Blende anzugeben. „Rechtwinkelaufnahmetechnik“ bezeichnet die Verwendung von Kunststoffhaltebügel für die Filme. Wenn diese Bügel eingesetzt werden, anstelle dass der Patient den Film halten muss, so ist das Auswahlkästchen anzuwählen.

**Vor-Ort-Messungen:** Vor jeder Messprozedur sind Temperatur und Luftdruck zu messen und zu protokollieren! Die Messungen werden für die Korrekturfaktoren der DFP-Kammer benötigt. Der Erhebungsbogen bietet die Möglichkeit das bei fünf unterschiedlichen Parametersätzen gemessene Dosisflächenprodukt zu protokollieren. Bitte beachten Sie: Wird bei den unterschiedlichen Aufnahmetechniken nur die Zeit variiert, so ist es bei den Testmessungen nicht notwendig, dass andere Parameter variiert werden. Es ist in diesem Fall ausreichend, wenn das DFP einmal bei einer kurzen, einmal bei einer mittleren und einmal bei langen Expositionszeit gemessen wird. Werden auch Spannung und / oder Strom variiert, so ist auch dort das DFP bei hinreichend viele Stützstellen, im allgemeinen drei, zu messen. Messungen mit einem Parametersatz sind mindestens dreimal zu wiederholen. Bei größerer Schwankung der Messwerte ist die Messung fünf mal zu wiederholen!

### Zur Seite Technik-OPG:

**Gerätenummer:** s. Ausfüllhinweise zum Tubusgerät

**Röntgenstrahler:** s. Ausfüllhinweise zum Tubusgerät

**Detektor:** s. Ausfüllhinweise zum Tubusgerät. Zusätzlich ist im Feld „EK“ die Empfindlichkeitsklasse des verwendeten Systems anzugeben.

**Aufnahmeparameter:** s. Ausfüllhinweise zum Tubusgerät

**Zusatzinformationen:** Im Feld „Höhe des Strahls am Bildempfänger“ ist die mit Leuchtschirm oder aufgrund von digitalen Daten gemessene Höhe des Strahlenbündels am Bildempfänger anzugeben. Sollte der Strahl in vertikaler Richtung fokussierbar sein, so ist dieses zum einen im Auswahlkästchen zu vermerken und zum anderen bei der Höhenangabe zu berücksichtigen. Es ist die Höhe des Strahlenbündels, dass für Aufnahmen an Kindern verwendet wird, anzugeben! Der „Fokus-Bildempfänger-Abstand“ ist nach Möglichkeit auszumessen oder aus den technischen Unterlagen des Gerätes zu entnehmen.

**Vor-Ort-Messungen:** s. Ausfüllhinweise zum Tubusgerät

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Rufnummer 0531-5952125 jederzeit gerne zur Verfügung. Bitte zögern Sie nicht, und fragen Sie bei Unklarheiten direkt nach!

## Untersuchungshäufigkeiten

Zeitbereich:

von         bis         oder Quartal  / Jahr

Untersuchungen:

... bei Kindern von 0 bis 10 Jahren:   
 ... bei Kindern von 11 bis 15 Jahren:   
 ... gesamt (Kinder + Erwachsene):

oder

Anteil an Untersuchungen:

... bei Kindern von 0 bis 10 Jahren:  %  
 ... bei Kindern von 11 bis 15 Jahren:  %

## Aufnahmeparameter (für Patienten bis 15 Jahre)

Hersteller :  Gerätetyp :

|                 | Spannung [kV]        | Strom [mA]           | Belichtung [s]       | Strom-Zeit-Produkt [mAs] | Dosis frei Luft [mGy] | Separates Kinderprogramm |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Kleinere Kinder | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="checkbox"/> |
| Größere Kinder  | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="checkbox"/> |
| Kinder allg.    | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="checkbox"/> |

## Zusatzinformation zur Aufnahme:

Feldgröße: Radius [cm]:  oder  
 Länge [cm]:  / Breite [cm]:

Der Strahl ist vertikal auf Objektgröße einblendbar: ja  / nein

## Vor-Ort-Messungen zur Bestimmung der Konversionsfaktoren Aufnahmeparameter - DFP:

Luftdruck [hPa]:  / Temperatur [°C]:

|           | Spannung [kV]        | Strom-Zeit-Produkt [mAs] | Dosis frei Luft [mGy] | Feldgröße [cm <sup>2</sup> ] | DFP 1 [μGy*m <sup>2</sup> ] | DFP 2 [μGy*m <sup>2</sup> ] | DFP 3 [μGy*m <sup>2</sup> ] | DFP 4 [μGy*m <sup>2</sup> ] | DFP 5 [μGy*m <sup>2</sup> ] |
|-----------|----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Messung 1 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="text"/>         | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |
| Messung 2 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="text"/>         | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |
| Messung 3 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="text"/>         | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |
| Messung 4 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="text"/>         | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |
| Messung 5 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="text"/>         | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |
| Messung 6 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="text"/>         | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |
| Messung 7 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/>  | <input type="text"/>         | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |

**Untersuchungshäufigkeiten**

Zeitbereich:

von         bis         oder Quartal  / Jahr

Untersuchungen:

... bei Kindern von 0 bis 10 Jahren:   
 ... bei Kindern von 11 bis 15 Jahren:   
 ... gesamt (Kinder + Erwachsene):

oder

Anteil an Untersuchungen:

... bei Kindern von 0 bis 10 Jahren:  %  
 ... bei Kindern von 11 bis 15 Jahren:  %

**Aufnahmeparameter (für Patienten bis 15 Jahre)**

Hersteller :  Gerätetyp :

|                 | Spannung [kV]        | Strom-Zeit-Produkt [mAs] | CTDI-Anzeige         | DLP-Anzeige          |
|-----------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| Kleinere Kinder | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Größere Kinder  | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Kinder allg.    | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

|                 | Pitch                | Anzahl Detektorzeilen | Kollimation [mm]     | Scanlänge [cm]       | Separates Kinderprogramm |
|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| Kleinere Kinder | <input type="text"/> | <input type="text"/>  | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> |
| Größere Kinder  | <input type="text"/> | <input type="text"/>  | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kinder allg.    | <input type="text"/> | <input type="text"/>  | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> |

**Vor-Ort-Messungen zur Bestimmung der Konversionsfaktoren Aufnahmeparameter – CTDI / DLP:**

|           | Spannung [kV]        | Strom-Zeit-Produkt [mAs] | CTDI-Anzeige         | Scanlänge [cm]       | CTDI <sub>w,1</sub> [mGy] | CTDI <sub>w,2</sub> [mGy] | CTDI <sub>w,3</sub> [mGy] | DLP <sub>1</sub> [mGy*cm] | DLP <sub>2</sub> [mGy*cm] | DLP <sub>3</sub> [mGy*cm] |
|-----------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Messung 1 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      |
| Messung 2 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      |
| Messung 3 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      |
| Messung 4 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      |
| Messung 5 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      |
| Messung 6 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      |
| Messung 7 | <input type="text"/> | <input type="text"/>     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      | <input type="text"/>      |

**Zur Seite DVT:**

**Zeitbereich:** Geben Sie hier den Zeitbereich an, auf den sich die Untersuchungshäufigkeiten beziehen, die Sie weiter unten angeben. Einen guter Kompromiss zwischen Aufwand und statistischer Genauigkeit ist die Angabe von Daten eines Quartals.

**Untersuchungshäufigkeiten:** Hier sind die Untersuchungshäufigkeiten für den oben angegebenen Zeitraum einzutragen. Für die weitere Auswertung ist es ideal, wenn Absolutzahlen vorliegen. Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, so sind die die relativen Häufigkeiten die schlechtere, aber verwertbare Alternative. Werden in einer Gruppe (z.B. Kinder zwischen 0 und 10 Jahren) keine Untersuchungen durchgeführt, so ist in der Zeile eine Null (0) einzutragen.

**Hersteller und Gerätetyp:** Hier sind Hersteller und Gerätetyp des DVT zu benennen.

**Aufnahmeparameter:** Im folgenden werden die technischen Parameter erhoben, die vor Ort für die unterschiedlichen Aufnahmen verwendet werden. Achtung! Es werden technische Parameter nur von den Untersuchungen erhoben, die vor Ort wirklich bei Kindern bis 15 Jahre durchgeführt werden! Werden in der Einheit keine Kinder untersucht, so bleiben die Zeilen leer. Im Auswahlkästchen ist zu vermerken, ob die bei den Aufnahmen verwendeten Parameter für Kinder spezifisch sind, oder auch in gleicher Weise bei Erwachsenen aufnahmen verwendet werden. Werden mehr Parametersätze verwendet, als in den Feldern vorgesehen sind, so sind diese dennoch, ggf. auf einem zusätzlichen Bogen anzugeben!

**Zusatzinformationen:** Hier ist die Größe des Strahlenfeldes am Bildverstärkereingang anzugeben. Wenn das Strahlenbündel in vertikaler Richtung kollimiert werden kann, so ist dieses im Auswahlkästchen anzugeben.

**Vor-Ort-Messungen:** Vor jeder Messprozedur sind Temperatur und Luftdruck zu messen und zu protokollieren! Die Messungen werden für die Korrekturfaktoren der DFP-Kammer benötigt. Der Erhebungsbogen bietet die Möglichkeit das bei sieben unterschiedlichen Parametersätzen gemessene Dosisflächenprodukt zu protokollieren. Bitte messen Sie das DFP in einem für die Aufnahmeparameter repräsentativen Parameterraum aus. Messungen mit einem Parametersatz sind mindestens dreimal zu wiederholen. Bei größerer Schwankung der Messwerte ist die Messung fünfmal zu wiederholen!

**Zur Seite Dental-CT:**

**Zeitbereich:** s. Ausfüllhinweise zum DVT

**Untersuchungshäufigkeiten:** s. Ausfüllhinweise zum DVT

**Aufnahmeparameter:** s. Ausfüllhinweise zum DVT. Hinweis: Viele CTs werden nicht alle der im Bogen erfragten Parameter anzeigen. Diese Felder können / müssen dann leer bleiben

**Vor-Ort-Messungen:** s. Ausfüllhinweise zum DVT. Im Unterschied zum DVT ist beim Dental-CT nicht vorgesehen, dass eine Messung mehr als dreimal wiederholt werden muss. Sollte dem dennoch so sein, so sind die zusätzlichen Messungen an anderer Stelle auf dem Bogen oder auf einem separaten Bogen zu protokollieren. Zudem ist es nicht notwendig Luftdruck und Temperatur vor den Messprozeduren zu messen.

# Anlage 5. : Hinweise zur Erhebung der Messgrößen zur Beurteilung der Strahlenexposition

## Allgemeines:

Es ist Ziel des Vorhabens, an dem Sie mitwirken, Vorschläge für diagnostische Referenzwerte für zahnmedizinische Röntgenaufnahmen an Kindern zu erarbeiten. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, ist es notwendig, dass die technischen Parameter anhand derer die Strahlenexposition berechnet wird, möglichst genau und von allen Beteiligten einheitlich gemessen werden. Primäres Ziel dieser Vorgehensbeschreibung ist es, sicherzustellen, dass die Messungen von allen Beteiligten einheitlich und reproduzierbar durchgeführt werden. Die Messungen ansich sind dabei nicht schwierig. Es ist nur sicherzustellen, dass alle Beteiligten an allen Messorten das gleiche tun und dokumentieren.

## Messgeräte:

Jeder Beteiligte erhält eine definierte, im Vorfeld von der PTB kalibrierte, DFP-Messkette. Es darf von jedem nur die eine, für ihn vorgesehene Messkette verwendet werden. Ein Austausch von Messgeräten untereinander führt dazu, dass die Korrekturfaktoren den einzelnen Messwerten nicht mehr zugeordnet werden können.

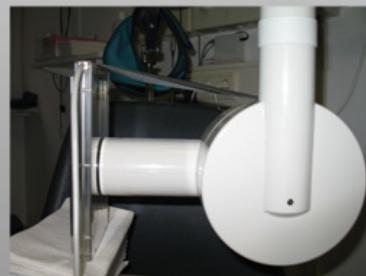
Es wird ein Barometer und ein Thermometer benötigt, um vor der Messung Luftdruck und Temperatur zu messen.

## Messvorbereitung:

Vor der Messprozedur sind Temperatur und Luftdruck zu messen und zu protokollieren! Die Messwerte werden für die Korrekturfaktoren der DFP-Messkammer benötigt.

## Messaufbauten:

**Messaufbau für Tubusgeräte:** Die DFP-Messkammer ist direkt vor dem Tubus des Gerätes zu positionieren. Der Tubus ist waagrecht zu stellen. Es ist darauf zu achten, dass hinter der DFP-Messkammer kein Material ist, welches die Strahlung reflektieren könnte! Es wird bei einigen Geräten notwendig sein dass die DFP-Messkammer erhöht, z.B. auf Kisten mit Papier oder Handschuhen, aufgebaut werden muss, da der Arm des Tubusgerätes sich nicht weit genug nach unten bewegen lässt. Zur Befestigung der DFP-Kammer hat sich handelsübliches Textillebeband bewährt.





**Messaufbau für OPGs:** Die DFP-Messkammer ist direkt vor dem Austrittsfenster des Strahlers zu befestigen. Wenn der Strahler so gekapselt ist, dass der Filter nicht sichtbar ist, so ist zunächst das Austrittsfeld, z.B. mit einem Leuchtschirm, auszumessen und dort die Kammer zu befestigen. Das Verbindungskabel zwischen Kammer und Messgerät ist lang genug, so dass das Messgerät auf den Boden unter dem OPG hingestellt werden kann. Es sind auch keine ernsthaften Verwringungen des Kabels zu erwarten. Zur Befestigung hat sich handelsübliches Textilklebeband bewährt.

Es ist darauf zu achten, dass nicht in relevanter Menge reflektierendes Material im Zentrum des vom OPG umfahrenen Kreises ist.

Die Messkammer ist für Messungen des DFP bei Panoramaschichtaufnahmen und bei Schädelröntgenaufnahmen gleich zu befestigen. Die Messungen erfolgen in gleicher Weise



#### Messprozedur:

Die Messungen sind kein Selbstzweck! Die Messungen dienen dazu, Umrechnungsfaktoren zu ermitteln, anhand derer von den vor Ort verwendeten Parametern für Aufnahmen an Kindern auf das daraus resultierende DFP umgerechnet werden kann. Wenn in einer Einheit einzig ein Parametersatz (Spannung, Strom, Zeit) für sämtliche an Kindern durchgeführten Aufnahmen verwendet wird, so reicht es aus, Messungen nur für diesen einen Satz an Parametern durchzuführen. Werden in einer Einheit viele unterschiedliche Parametersätze verwendet, so ist es nicht notwendig, für alle Parametersätze Messungen vorzunehmen! Es ist in dem Fall ausreichend den Parameterraum mit hinreichend vielen Stützstellen abzudecken. (Bsp.: An einem OPG werden Aufnahmen bei fester Zeit und festem Strom im Spannungsbereich zwischen 60kV und 77kV durchgeführt. In diesem Fall sollten Messungen bei 60kV, 66kV, 72kV und 77kV durchgeführt werden.) Bei Variationen des Stroms oder der Zeit reichen in aller Regel zwei bis drei Stützpunkte, bei Variationen der Spannung sollten mehr Stützpunkte gesetzt werden.

Messungen mit einem Parametersatz sind unter gleichen Bedingungen dreimal zu wiederholen. Wenn die Messwerte stärker schwanken, so sind fünf Wiederholungen notwendig; auf keinen Fall weniger als drei Wiederholungen!

#### Dokumentation:

Sämtliche Auffälligkeiten, die für die Messung relevant sein könnten, sind auf dem Datenerhebungsbogen zu protokollieren!

**Bei Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Rufnummer 0531-5952125 jederzeit gerne zur Verfügung. Bitte zögern Sie nicht, und fragen Sie bei Unklarheiten direkt nach!**

**Allgemeines:**

DVTs sind eine noch neue, von starken Innovationen geprägte Gruppe bildgebender Systeme. Das führt dazu, dass an einzelnen Geräten möglicherweise Probleme bei den Messungen auftreten, oder Besonderheiten entdeckt werden, auf die auf diesem Hinweisblatt nicht eingegangen wird.

Wenn Sie an einem DVT Messungen im Rahmen des Vorhabens durchführen, so machen Sie dieses bitte besonders aufmerksam und notieren Sie auch kleinere Besonderheiten, die Ihnen auffallen.

Bei einigen Gerätetypen, insbesondere bei den stark gekapselten NewTom-Geräten vorheriger Generationen wird es ohne Unterstützung durch einen Techniker des Herstellers möglicherweise langwierig oder unmöglich die Messungen durchzuführen. Bitte geben Sie, wenn Messungen an einem solchen Gerät anstehen rechtzeitig Nachricht unter 0531-5952125. Wir werden dann versuchen, dass ein Techniker des Herstellers zu den Messungen hinzukommt. **Hinweis:** Manche Hersteller präferieren eindeutig den CTDI als Messgröße für Dosis. Dieses werden die zugehörigen Techniker bei den Messungen sicherlich auch betonen. Im Rahmen des Vorhabens werden wir dennoch und ausschließlich das DFP für Dosismessungen am DVT anwenden.

Die Messungen an DVTs können aufwändiger werden, als die an OPGs. Zudem ist die Dichte an DVTs einzelner Hersteller in Deutschland sehr gering. Bitte daher auf jeden Fall unter 0531-5852125 Bescheid geben, wenn ein Sachverständigeneinsatz an einem DVT ansteht. Im Rahmen des Gesprächs können Probleme, die bereits bei vorherigen Messungen aufgetreten sind, besprochen werden. Zudem kann mitgeteilt werden, dass auf eine Messung möglicherweise ganz verzichtet werden kann, wenn bereits hinreichend viele Messungen an dem Gerätetyp durchgeführt wurden.

**Messgeräte:**

- Messkette der PTW
- Textilklebeband

**Messvorbereitung:**

- Die Verkleidung des DVT-Gerätes ist strahlerseitig soweit zu entfernen, dass die DFP-Messkammer sicher vor dem Austrittsfenster des Röntgenstrahlers positioniert werden kann.
- Die Messkammer ist sicher mit dem Textilklebeband zu befestigen. Darauf achten, dass keine möglicherweise angebrachten Aufkleber auf dem DVT beschädigt werden!



- Das Kabel des Messgerätes am Besten mittig am DVT in der Nähe des Rotationszentrums befestigen – z.B. mit dem Textilklebeband. Bei manchen DVTs dreht sich die Aufnahmeeinheit bei der Aufnahme um mehr als 360°. Hier besteht die Gefahr, dass die Kabel bei der Bewegung irgendwo hängen bleiben und das Messgerät oder das DVT beschädigen! Es empfiehlt sich, den Messaufbau in einem Probelauf ohne Strahl zu testen. Hier kann bei möglichen Problemen schneller eingegriffen werden.

**Messung:**

- Darauf achten, dass die Messung mit den für Kinder verwendeten Einstellungen vorgenommen wird. Existieren für Kinder, z.B. in Abhängigkeit der Körpergröße mehrere Parametersätze, so sind Messungen bei allen diesen Einstellungen durchzuführen unter Angabe der Kindergruppe, bei der die Parameter Anwendung finden.
- Werden vom DVT durch eine Belichtungsautomatik die Parameter selbstständig gewählt, so sollten die Parameter bei Kindern als Mittelwert aus den protokollierten Parametern von mindestens fünf Kinderuntersuchungen durch Mittelwertbildung anzugeben. Wenn es alters-/oder gewichtsabhängige Parameter gibt, so sind die Gruppen mit den jeweils verwendeten Parametersätzen anzugeben.
- Wenn Aufnahmen an Kindern mit unterschiedlich großen Bildformaten möglich sind, so sind Messungen bei den möglichen Bildformaten oder zumindest einer repräsentativen Auswahl durchzuführen.

**Dokumentation:**

Sämtliche Auffälligkeiten, die für die Messung relevant sein könnten, sind auf dem Datenerhebungsbogen zu protokollieren!

**Bei Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Rufnummer 0531-5952125 jederzeit gerne zur Verfügung. Bitte zögern Sie nicht, und fragen Sie bei Unklarheiten direkt nach!**

# Anlage 6. : Kalibrierkurven der in der Studie verwendeten E2-Messkammern

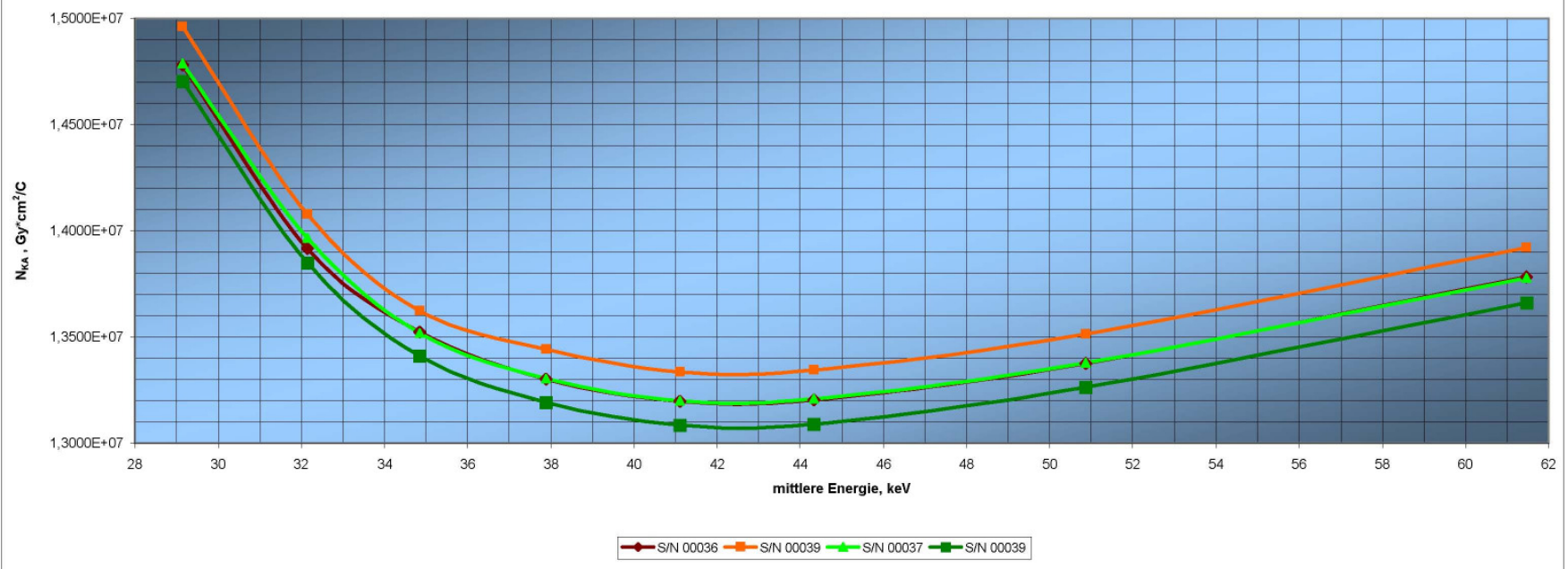
| DFPK TA34019 mit Anzeigergerät Diamantor E2-T11033 * |                                    |                            |                       | Aktenzeichen: 11/071      |   |   |                | Messraum: 128                                   |   |                |   | Bearbeitet/Datum: Galimov / 06.09.2007    |                |   |   |                |            |            |             |             |
|--|------------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|---|---|----------------|---|---|----------------|---|---|----------------|---|---|----------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Strahlungsqualität                                   | mittlere Energie Luftkerma [ keV ] | Abstand zum Messort [ cm ] | Strahlungsfeld [ cm ] | Dosisleistung [ mGy/min ] | Messung der Messgröße: Luftkerma                |   |                |   |   |                |   |   |                |   |   |                | Temperatur |            | Druck       |             |
|  |                                    |                            |                       |                           | DFPK S/N 00036<br>Diamantor E2 S/N 02552        |   |                | DFPK S/N 00039<br>Diamantor E2 S/N 02551        |   |                | DFPK S/N 00037<br>Diamantor E2 S/N 02566        |   |                | DFPK S/N 00038<br>Diamantor E2 S/N 02567        |   |                | von [ °C ] | bis [ °C ] | von [ hPa ] | bis [ hPa ] |
|  |                                    |                            |                       |                           | N <sub>Ka</sub> Mess. [ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | N <sub>Ka</sub> [ Gy*cm <sup>2</sup> /C ] | k <sub>Q</sub> | N <sub>Ka</sub> Mess. [ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | N <sub>Ka</sub> [ Gy*cm <sup>2</sup> /C ] | k <sub>Q</sub> | N <sub>Ka</sub> Mess. [ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | N <sub>Ka</sub> [ Gy*cm <sup>2</sup> /C ] | k <sub>Q</sub> | N <sub>Ka</sub> Mess. [ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | N <sub>Ka</sub> [ Gy*cm <sup>2</sup> /C ] | k <sub>Q</sub> | von [ °C ] | bis [ °C ] | von [ hPa ] | bis [ hPa ] |
| ISO 4037 IEC 61267: 2005-11                          |                                    |                            |                       |                           |   |   |                |   |   |                |   |   |                |   | 20,3                                      | 21,7           | 1000,7     | 1017,1     |             |             |
| RQR 3  | 29,14                              | 100                        | 8                     | 25,88                     | 5,9121E-04                                      | <b>1,4780E+07</b>                         | 1,0929         | 5,9847E-04                                      | <b>1,4962E+07</b>                         | 1,0982         | 5,9156E-04                                      | <b>1,4789E+07</b>                         | 1,0938         | 5,8816E-04                                      | <b>1,4704E+07</b>                         | 1,0964         |            |            |             |             |
| RQR 4  | 32,14                              | 100                        | 8                     | 42,14                     | 5,5665E-04                                      | <b>1,3916E+07</b>                         | 1,0290         | 5,6311E-04                                      | <b>1,4078E+07</b>                         | 1,0333         | 5,5863E-04                                      | <b>1,3966E+07</b>                         | 1,0330         | 5,5400E-04                                      | <b>1,3850E+07</b>                         | 1,0327         |            |            |             |             |
| RQR 5  | 34,84                              | 100                        | 8                     | 63,24                     | 5,4097E-04                                      | <b>1,3524E+07</b>                         | 1              | 5,4496E-04                                      | <b>1,3624E+07</b>                         | 1              | 5,4080E-04                                      | <b>1,3520E+07</b>                         | 1              | 5,3644E-04                                      | <b>1,3411E+07</b>                         | 1              |            |            |             |             |
| RQR 6  | 37,88                              | 100                        | 8                     | 86,14                     | 5,3210E-04                                      | <b>1,3302E+07</b>                         | 0,9836         | 5,3767E-04                                      | <b>1,3442E+07</b>                         | 0,9866         | 5,3221E-04                                      | <b>1,3305E+07</b>                         | 0,9841         | 5,2769E-04                                      | <b>1,3192E+07</b>                         | 0,9837         |            |            |             |             |
| RQR 7  | 41,1                               | 100                        | 8                     | 108,66                    | 5,2787E-04                                      | <b>1,3197E+07</b>                         | 0,9758         | 5,3345E-04                                      | <b>1,3336E+07</b>                         | 0,9789         | 5,2799E-04                                      | <b>1,3200E+07</b>                         | 0,9763         | 5,2340E-04                                      | <b>1,3085E+07</b>                         | 0,9757         |            |            |             |             |
| RQR 8  | 44,33                              | 100                        | 8                     | 135,14                    | 5,2817E-04                                      | <b>1,3204E+07</b>                         | 0,9763         | 5,3379E-04                                      | <b>1,3345E+07</b>                         | 0,9795         | 5,2836E-04                                      | <b>1,3209E+07</b>                         | 0,9770         | 5,2366E-04                                      | <b>1,3092E+07</b>                         | 0,9762         |            |            |             |             |
| RQR 9  | 50,86                              | 100                        | 8                     | 192,54                    | 5,3509E-04                                      | <b>1,3377E+07</b>                         | 0,9891         | 5,4058E-04                                      | <b>1,3514E+07</b>                         | 0,9919         | 5,3517E-04                                      | <b>1,3379E+07</b>                         | 0,9896         | 5,3053E-04                                      | <b>1,3263E+07</b>                         | 0,9890         |            |            |             |             |
| RQR 10   | 61,47                              | 100                        | 8                     | 231,75                    | 5,5130E-04                                      | <b>1,3782E+07</b>                         | 1,0191         | 5,5682E-04                                      | <b>1,3920E+07</b>                         | 1,0218         | 5,5117E-04                                      | <b>1,3779E+07</b>                         | 1,0192         | 5,4650E-04                                      | <b>1,3662E+07</b>                         | 1,0187         |            |            |             |             |



Datum der Kalibrierung  
vom : 3.9.2007 bis : 5.9.2007

\* 4mm dicke Pb-Platte mit dem 47,5 mm x 47,5 mm Fenster vor der Kammer ( siehe Aufbauprotokoll )

Energieabhängigkeit der DFPK TA34019

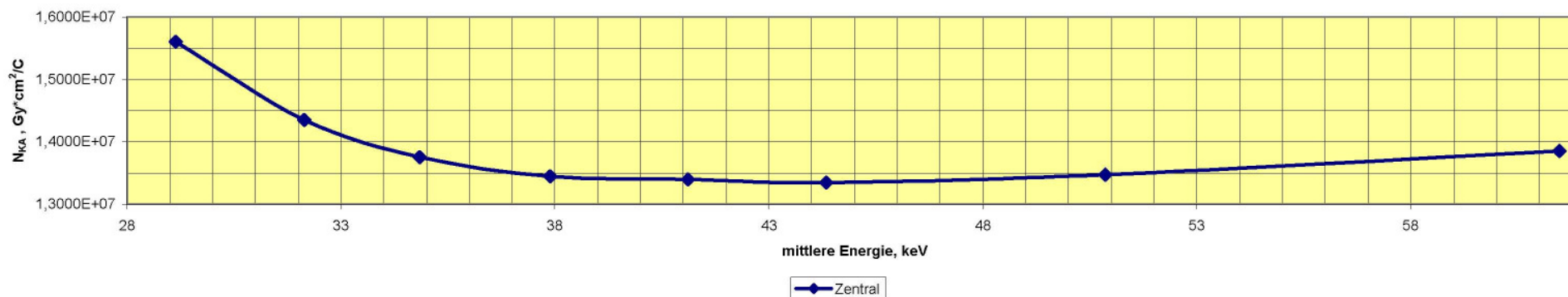


| DFPK TA34019 S/N 00035 mit Anzeigergerät Diamentor E2-T11033-02545 *                               |   |                                     |                               | Aktenzeichen: 11/071              |   | Messraum: 128   |                | Bearbeitet/Datum: Galimov / 27.08.2007                              |  |   |  |                |                |                |                |               |               |                |                |        |
|--|---|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------|---|--|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--------|
| Strahlungsqualität<br>ISO 4037<br>IEC 61267: 2005-<br>11   | mittlere<br>Energie<br>Luftkerma<br>[ keV ] | Abstand<br>zum<br>Messort<br>[ cm ] | Strahlungs-<br>feld<br>[ cm ] | Messung der Messgröße: Luftkerma  |   |   |                |   |  |   |  |                |                |                |                | Temperatur    |               | Druck          |                |        |
|  |   |                                     |                               | Dosis-<br>leistung<br>[ mGy/min ] | 1 N <sub>KA</sub> Mess.<br>Zentral<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | N <sub>KA</sub><br>Zentral<br>[ Gy*cm <sup>2</sup> /C ]   | k <sub>Q</sub> | 2 N <sub>KA</sub> Mess.<br>2 cm rechts<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 3 N <sub>KA</sub> Mess.<br>2 cm links<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 4 N <sub>KA</sub> Mess.<br>2 cm oben<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 5 N <sub>KA</sub> Mess.<br>2 cm unten<br>[ Gy/μGy*m <sup>2</sup> ] | 2 / 1<br>[ % ] | 3 / 1<br>[ % ] | 4 / 1<br>[ % ] | 5 / 1<br>[ % ] | von<br>[ °C ] | bis<br>[ °C ] | von<br>[ hPa ] | bis<br>[ hPa ] |        |
| RQR 3  | 29,14                                       | 100                                 | 8                             | 25,88                             | 3,9011E-03  | 1,5604E+07  | 1,1348         | ---   | ---  | ---   | ---  | ---            | ---            | ---            | ---            | ---           | 21,3          | 22,7           | 1012,9         | 1013,5 |
| RQR 4  | 32,14                                       | 100                                 | 8                             | 42,14                             | 3,5882E-03  | 1,4353E+07  | 1,0438         | ---   | ---  | ---   | ---  | ---            | ---            | ---            | ---            | ---           |               |                |                |        |
| RQR 5  | 34,84                                       | 100                                 | 8                             | 63,24                             | 3,4377E-03  | 1,3751E+07  | 1,0000         | 3,4441E-03  | 3,4480E-03   | 3,4319E-03  | 3,4238E-03   | 0,19           | 0,30           | 0,17           | 0,40           |               |               |                |                |        |
| RQR 6  | 37,88                                       | 100                                 | 8                             | 86,14                             | 3,3628E-03  | 1,3451E+07  | 0,9782         | ---   | ---  | ---   | ---  | ---            | ---            | ---            | ---            |               |               |                |                |        |
| RQR 7  | 41,1  | 100                                 | 8                             | 108,66                            | 3,3499E-03  | 1,3400E+07  | 0,9745         | ---   | ---  | ---   | ---  | ---            | ---            | ---            | ---            |               |               |                |                |        |
| RQR 8  | 44,33                                       | 100                                 | 8                             | 135,14                            | 3,3379E-03  | 1,3352E+07  | 0,9710         | ---   | ---  | ---   | ---  | ---            | ---            | ---            | ---            |               |               |                |                |        |
| RQR 9  | 50,86                                       | 100                                 | 8                             | 192,54                            | 3,3681E-03  | 1,3472E+07  | 0,9797         | ---   | ---  | ---   | ---  | ---            | ---            | ---            | ---            |               |               |                |                |        |
| RQR 10   | 61,47                                       | 100                                 | 8                             | 231,75                            | 3,4627E-03  | 1,3851E+07  | 1,0073         | ---   | ---  | ---   | ---  | ---            | ---            | ---            | ---            |               |               |                |                |        |
| Messung mit 47,5 mm x 47,4 mm Fenster  |   |                                     |                               |                                   |   |   |                |   |  |   |  |                |                |                |                |               |               |                |                |        |
| RQR 5  | 34,84                                       | 100                                 | 15                            | 63,24                             | 5,5156E-04  | 1,3789 - Faktor für 5cm x 5cm Bestrahlungsfläche; 1,3751 - Faktor für 2cm x 2cm Bestrahlungsfläche; Unterschied: 0,276% |                |   |  |   |  |                |                |                |                |               |               |                |                |        |
| * 4mm dicke Pb-Platte mit der 19,13 mm x 19,13 mm Fenster vor der Kammer ( siehe Aufbauprotokoll ) |   |                                     |                               |                                   |   |   |                |   |  |   |  |                |                |                |                |               |               |                |                |        |



Datum der Kalibrierung  
vom : 24.8.2007 bis : 27.8.2007

Energieabhängigkeit der DFPK TA34019



## Anlage 7. : Zusammenstellung der in der Analyse verwendeten Gerätetypen, Bildempfänger und Aufnahmeparameter sowie der gemessenen DFP-Werte

### Anlage 7.1. Daten der analysierten OPG-Geräte

| Geräte-nummer | Hersteller | Gerätetyp             | Bild-empfänger | Filmtyp                  |
|---------------|------------|-----------------------|----------------|--------------------------|
| 1             | Philips    | Oralix F-DC           | 200            | Lanex medium             |
| 2             | Philips    | orthOralix FD         | 400            |                          |
| 3             | Philips    | OrthOralixSD-ceph     | 400            |                          |
| 4             | Philips    | Practix               | 400            |                          |
| 5             | Siemens    | OP10E                 | 200            | Kodak medium             |
| 6             | Siemens    | OP10S                 | 200            | Lanex Medium             |
| 7             | Siemens    | Orthophos             | 200            | Lanex Medium             |
| 8             | Siemens    | Orthophos             | 200            | Kodak medium             |
| 9             | Siemens    | Orthophos             | 200            | Kodak medium             |
| 10            | Siemens    | OP5S                  | 400            | Ultra rapid              |
| 11            | Siemens    | Orthophos             | 400            | Lanex Regular            |
| 12            | Siemens    | Orthophos CD          | 200            | Lanex Medium             |
| 13            | Siemens    | Orthophos CD          | 200            | Lanex medium             |
| 14            | Siemens    | Orthophos CD          | 200            |                          |
| 15            | Siemens    | Orthophos CD          | 400            | Lanex Regular            |
| 16            | Siemens    | Orthophos 3DS         | digital        |                          |
| 17            | Siemens    | Orthoceph 10E         | 200            |                          |
| 18            | Siemens    | Orthophos DS          | digital        |                          |
| 19            | Siemens    | Orthopantomograph 10  | digital        |                          |
| 20            | Siemens    | Orthophos Ceph3       | 200            |                          |
| 21            | Siemens    | Orthopantomograph 10E | 400            | Lanex Regular            |
| 22            | Siemens    | Orthopantomograph 10E | 400            | Lanex Regular            |
| 23            | Sirona     | Orthophos 3           | 400            | Lanex Regular            |
| 24            | Sirona     | Orthophos plus ceph   | 400            | Lanex Regular            |
| 25            | Sirona     | Orthophos XG 3DS      | digital        |                          |
| 26            | Sirona     | Orthophos XGS         | digital        |                          |
| 27            | Sirona     | Orthophos XG          | digital        |                          |
| 28            | Sirona     | Orthophos 3DS         | digital        |                          |
| 29            | Sirona     | Orthophos CD Ceph     | digital        |                          |
| 30            | Sirona     | Orthophos DS Ceph     | digital        |                          |
| 31            | Sirona     | Orthophos XG Plus     | digital        |                          |
| 32            | Planmeca   | PM 2002 CC            | 400            | T-MAT-G/RA Lanex Regular |
| 33            | Planmeca   | PM 2002 EC Podire     | 400            | Lanex Regular            |
| 34            | Planmeca   | PM 2002 CC            | 400            | Lanex Regular            |
| 35            | Planmeca   | PM 2002 CC            | 400            | Agfa Ortho Regular       |
| 36            | Planmeca   | PM2002 diamax         | digital        |                          |
| 37            | Planmeca   | PM 2002 EC Podire     | 400            | Lanex Regular            |
| 38            | Planmeca   | PM2002 CC ceph        | 400            |                          |
| 39            | Planmeca   | PM 2002               | 400            |                          |

| Geräte-<br>nummer | Hersteller | Gerätetyp          | Bild-<br>empfänger | Filmtyp       |
|-------------------|------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 40                | Planmeca   | PM2002 CC          | digital            |               |
| 41                | Carestream | Kodak 8000         | digital            |               |
| 42                | Carestream | Kodak 9000         | digital            |               |
| 43                | Trophy     | Digipan            | digital            |               |
| 44                | Trophy     | Odontorama DC      | 200                | Lanex medium  |
| 45                | Trophy     | OC100              | 400                |               |
| 46                | Panoura    | Panourex           | 400                | Lanex Regular |
| 47                | KaVo       | 3D Exam            | digital            |               |
| 48                | Soredox    | Cranex             | digital            |               |
| 49                | Gendex     | OrthOralix 9200    | 400                | Lanex         |
| 50                | Gendex     | OrthOralix FX 2.5  | 200                | Lanex medium  |
| 51                | Gendex     | Orthoralix 9000DPI | digital            |               |
| 52                | Gendex     | OrthOralix FD      | digital            |               |
| 53                | Gendex     | Orthoralix 9200    | digital            |               |

**Tabelle 46:** In der Analyse der Strahlenexposition verwendete OPG-Gerätetypen und Bildempfänger; Codierung der Bildempfänger: 200 = 200er Film-Folien-System, 400 = 400er Film-Folien-System, digital = direkt digitales oder Speicherfoliensystem; bei Verwendung von Film-Folien-Systemen wurde, soweit verfügbar, der verwendete Filmtyp mit angegeben

| Geräte-<br>nummer | Bild-<br>empfänger | Mittelwert<br>DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Parametersatz 1  |               |             |  | Parametersatz 2  |               |             |  | Parametersatz 3  |               |             |  |
|-------------------|--------------------|--|------------------|---------------|-------------|--|------------------|---------------|-------------|--|------------------|---------------|-------------|--|
|                   |                    |  | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
| 1                 | 200                | 6,81   | 65               | 10            |             |  | 65               |               |             | 6,81                                     |                  |               |             |  |
| 2                 | 400                | 8,14   | 63               | 6             | 17,0        | 6,86                                     | 67               | 6             | 19,0        | 9,04                                     | 65               | 6             | 19,0        | 8,51                                     |
| 3                 | 400                | 6,02   | 66               | 10            | 11,0        | 5,39                                     | 70               | 10            | 12,0        | 6,66                                     |                  |               |             |  |
| 5                 | 200                | 7,32   | 62               | 16            | 15,0        | 7,32                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 6                 | 200                | 6,19   | 64               | 16            | 15,0        | 6,19                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 7                 | 200                | 8,96   | 62               | 16            | 14,1        | 8,71                                     | 64               | 16            | 14,1        | 9,22                                     |                  |               |             |  |
| 8                 | 200                | 8,47   | 64               | 10            | 15,0        | 8,47                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 9                 | 200                | 8,85   | 64               | 16            | 14,1        | 8,85                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 10                | 400                | 7,50   | 64               | 16            | 15,0        | 7,50                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 11                | 400                | 8,80   | 62               | 16            | 14,1        | 7,93                                     | 73               | 15            | 14,1        | 10,02                                    | 64               | 16            | 14,1        | 8,46                                     |
| 12                | 200                | 8,74   | 60               | 16            | 13,2        | 8,04                                     | 64               | 16            | 14,1        | 9,59                                     | 62               | 16            | 13,2        | 8,58                                     |
| 13                | 200                | 5,29   | 62               | 16            | 14,0        | 7,05                                     | 62               | 16            | 11,8        | 3,53                                     |                  |               |             |  |
| 16                | digital            | 5,56   | 60               | 10            | 11,3        | 4,62                                     | 70               | 10            | 11,3        | 6,50                                     |                  |               |             |  |
| 18                | digital            | 8,47   | 62               |               |             | 8,47                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 19                | digital            | 2,94   | 60               | 12            | 15,0        | 2,94                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 20                | 200                | 5,77   | 60               |               |             | 5,57                                     | 62               |               |             | 5,97                                     |                  |               |             |  |
| 21                | 400                | 5,67   | 60               |               |             | 4,15                                     | 62               |               |             | 7,19                                     |                  |               |             |  |
| 22                | 400                | 6,14   | 60               | 16            | 15,0        | 6,14                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 23                | 400                | 6,69   | 66               | 10            | 11,3        | 6,69                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 24                | 400                | 6,39   | 62               | 10            | 14,1        | 6,01                                     | 66               | 10            | 14,1        | 6,77                                     |                  |               |             |  |
| 25                | digital            | 5,39   | 62               | 8             | 14,1        | 5,39                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 26                | digital            | 5,98   | 62               | 8             | 14,1        | 5,98                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 27                | digital            | 4,92   | 62               | 8             | 14,1        | 4,92                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 28                | digital            | 6,24   | 66               |               |             | 5,94                                     | 70               |               |             | 6,55                                     |                  |               |             |  |
| 29                | digital            | 4,39   | 62               | 8             | 14,1        | 4,39                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 30                | digital            | 3,17   | 64               | 8             | 14,1        | 3,17                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 31                | digital            | 8,05   | 62               |               |             | 5,51                                     | 69               |               |             | 12,74                                    | 64               |               |             | 5,91                                     |
| 32                | 400                | 5,04   | 60               | 4             | 15,0        | 2,82                                     | 68               | 8             | 15,0        | 7,26                                     |                  |               |             |  |
| 33                | 400                | 3,32   | 60               | 4             | 15,0        | 2,84                                     | 62               | 5             | 15,0        | 3,79                                     |                  |               |             |  |



| Geräte-<br>nummer | Bild-<br>empfänger | Mittelwert<br>DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Parametersatz 1  |               |             |  | Parametersatz 2  |               |             |  | Parametersatz 3  |               |             |  |
|-------------------|--------------------|--|------------------|---------------|-------------|--|------------------|---------------|-------------|--|------------------|---------------|-------------|--|
|                   |                    |  | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
| 34                | 400                | 2,79   | 60               | 4             | 15,0        | 2,59                                     | 64               | 4             | 15,0        | 2,99                                     | 62               | 4             | 15,0        | 2,79                                     |
| 35                | 400                | 4,49   | 60               | 4             | 18,0        | 3,84                                     | 62               | 5             | 18,0        | 5,14                                     |                  |               |             |  |
| 36                | digital            | 4,85   | 60               | 4             | 18,0        | 3,97                                     | 62               | 5             | 18,0        | 5,73                                     |                  |               |             |  |
| 37                | 400                | 4,25   | 60               | 4             | 18,0        | 3,64                                     | 62               | 5             | 18,0        | 4,87                                     |                  |               |             |  |
| 39                | 400                | 3,13   | 60               | 4             | 15,0        | 2,90                                     | 64               | 4             | 15,0        | 3,37                                     | 62               | 4             | 15,0        | 3,13                                     |
| 40                | digital            | 3,06   | 60               | 4             | 18,0        | 2,85                                     | 64               | 4             | 18,0        | 3,27                                     | 62               | 4             | 18,0        | 3,07                                     |
| 41                | digital            | 8,58   | 71               | 6,30          | 13,2        | 5,65                                     | 71               | 12            | 13,2        | 10,99                                    | 71               | 10            | 13,2        | 9,11                                     |
| 42                | digital            | 4,53   | 67               | 6,30          | 10,6        | 4,53                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 43                | digital            | 9,51   | 70               |               |             | 6,12                                     | 70               |               |             | 9,91                                     | 70               |               |             | 12,50                                    |
| 44                | 200                | 9,13   | 55               | 10            | 14,0        | 6,57                                     | 65               | 10            | 14,0        | 9,36                                     | 70               | 10            | 14,0        | 11,45                                    |
| 46                | 400                | 7,31   | 56               | 5             |             | 7,31                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 47                | digital            | 2,80   | 84               |               |             | 2,80                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 48                | digital            | 4,98   | 63               | 6             | 19,0        | 4,67                                     | 67               | 6             | 19,0        | 5,29                                     | 65               | 6             | 19,0        | 4,97                                     |
| 49                | 400                | 4,78   | 68               | 8             | 12,0        | 4,78                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 50                | 200                | 10,77  | 63               | 10            | 13,0        | 10,14                                    | 65               | 10            | 13,0        | 10,78                                    | 67               | 10            | 13,0        | 11,40                                    |
| 51                | digital            | 4,13   | 68               | 8             | 10,0        | 4,13                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 52                | digital            | 3,59   | 63               | 6             | 10,5        | 2,33                                     | 63               | 6             | 17,7        | 3,90                                     | 63               | 6             | 19,0        | 4,53                                     |
| 53                | digital            | 3,46   | 62               | 6             | 11,0        | 3,34                                     | 66               | 6             | 11,0        | 3,63                                     | 64               | 6             | 11,0        | 3,42                                     |

**Tabelle 47:** Parametersätze mit denen bei den analysierten OPGs Panoramaschichtaufnahmen an Kindern durchgeführt werden; in der ersten Spalte ist der Bildempfängertyp angegeben; Codierung der Bildempfänger: 200 = 200er Film-Folien-System, 400 = 400er Film-Folien-System, digital = direkt digitales oder Speicherfoliensystem; in der zweiten Spalte ist das arithmetische Mittel der vom jeweiligen Anwender verwendeten Parametersätze angegeben; „Zeit“ bezeichnet die Belichtungszeit für eine Panoramaschichtaufnahme; die Geräte arbeiten mit einem 2,5 mmAl äquivalent gefilterten Strahlspektrum, mit Ausnahme eines Gerätes, welches mit 2,7mmAl gefiltertem Strahlspektrum arbeitet; die den Geräten zugeordnete Gerätenummer entspricht derjenigen in **Tabelle 46**.

| Geräte-<br>nummer | Bild-<br>empfänger | Mittelwert<br>DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Parametersatz 1  |               |             |  | Parametersatz 2  |               |             |  | Parametersatz 3  |               |             |  |
|-------------------|--------------------|--|------------------|---------------|-------------|--|------------------|---------------|-------------|--|------------------|---------------|-------------|--|
|                   |                    |  | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Zeit<br>[s] | DFP<br>[ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
| 3                 | 400                | 1,34   | 66               | 10            | 0,50        | 0,97                                     | 68               | 10            | 0,80        | 1,71                                     |                  |               |             |  |
| 4                 | 400                | 6,47   | 65               | 20            | 0,60        | 6,47                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 11                | 400                | 1,26   | 71               | 15            | 0,40        | 1,23                                     | 73               | 15            | 0,40        | 1,29                                     |                  |               |             |  |
| 12                | 200                | 3,43   | 71               | 15            | 0,50        | 2,61                                     | 73               | 15            | 0,64        | 3,51                                     | 71               | 15            | 0,80        | 4,17                                     |
| 13                | 200                | 2,23   | 73               | 15            | 0,50        | 2,48                                     | 73               | 15            | 0,40        | 1,99                                     |                  |               |             |  |
| 14                | 200                | 1,32   | 73               | 15            | 0,40        | 1,32                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 15                | 400                | 3,51   | 77               | 14            | 0,64        | 3,51                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 17                | 200                | 1,07   | 73               | 15            | 0,40        | 0,80                                     | 77               | 14            | 0,64        | 1,34                                     |                  |               |             |  |
| 18                | digital            | 4,63   | 73               |               |             | 4,63                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 19                | digital            | 0,73   | 64               | 16            | 0,40        | 0,73                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 20                | 200                | 2,59   | 70               |               |             | 2,59                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 30                | digital            | 3,78   | 77               | 14            |             | 3,78                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 37                | 400                | 2,07   | 68               | 12            | 0,40        | 2,07                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |
| 38                | 400                | 1,49   | 68               | 12            | 0,80        | 1,32                                     | 68               | 12            | 1           | 1,66                                     |                  |               |             |  |
| 45                | 400                | 0,85   | 77               | 12            | 0,32        | 0,48                                     | 77               | 12            | 0,40        | 0,91                                     | 77               | 12            | 0,50        | 1,15                                     |
| 49                | 400                | 2,24   | 70               | 6             | 0,80        | 2,24                                     |                  |               |             |  |                  |               |             |  |

**Tabelle 48:** Parametersätze mit denen bei den analysierten OPGs Schädel-Fernaufnahmen an Kindern durchgeführt werden; in der ersten Spalte ist der Bildempfängertyp angegeben; Codierung der Bildempfänger: 200 = 200er Film-Folien-System, 400 = 400er Film-Folien-System, digital = direkt digitales oder Speicherfoliensystem; in der zweiten Spalte ist das arithmetische Mittel der vom jeweiligen Anwender verwendeten Parametersätze angegeben; „Zeit“ bezeichnet die Belichtungszeit für eine Panoramaschichtaufnahme; die Geräte arbeiten mit einem 2,5 mmAl äquivalent gefilterten Strahlspektrum; die den Geräten zugeordnete Gerätenummer entspricht derjenigen in **Tabelle 46**.

## Anlage 7.2. Daten der analysierten Tubusgeräte

| Geräte-<br>nummer | Hersteller | Gerätetyp    | Bildempfänger | Filmtyp              | Tubusblende  | Feldgröße<br>[cm <sup>2</sup> ] | Spannung<br>[kV] | Strom<br>[mA] | Filterung<br>[mmAl] |
|-------------------|------------|--------------|---------------|----------------------|--------------|---------------------------------|------------------|---------------|---------------------|
| 1                 | Trophy     | Irix 65/70X  | Zahnfilm      |                      | rund         | 24,6                            | 65               | 8             | 2                   |
| 2                 | Trophy     | Irix 65F     | Zahnfilm      |                      | rechtwinklig | 12                              | 65               | 8             | 2                   |
| 3                 | Trophy     | Irix 65EC    | Zahnfilm      | Kodak / Ultraspeed   | rund         | <28,3                           | 65               | 8             | 2                   |
| 4                 | Trophy     | Irix 70X     | Zahnfilm      | Agfa / M2            | rund         | 27,9                            | 65               | 8             | 2                   |
| 5                 | Philips    | Oralix 65    | Zahnfilm      |                      | rund         | 26,4                            | 65               | 7,5           | 2                   |
| 6                 | Philips    | Oralix 65S   | digital       |                      | rund         | 26,4                            | 65               | 7,5           | 2                   |
| 7                 | Philips    | Oralix 65S   | Zahnfilm      | Kodak/Ultraspeed     | rund         | 28,3                            | 65               | 7,5           | 2                   |
| 8                 | Philips    | Oralix 65S   | Zahnfilm      | Agfa / Dentus M2     | rund         | <28,3                           | 65               | 7,5           | 2                   |
| 9                 | Philips    | Oralix 65S   | Zahnfilm      | Agfa / Dentus M2     | rund         | 28,3                            | 65               | 7,5           | 2                   |
| 10                | Philips    | Oralix 65S   | Zahnfilm      | Agfa /M2             | rechtwinklig | 12                              | 65               | 7,5           | 2                   |
| 11                | Philips    | Oralix 65S   | digital       |                      | rund         | 28,3                            | 65               | 7,5           | 2                   |
| 12                | Philips    | Oralix 65S   | digital       |                      | rechtwinklig | 12                              | 65               | 7,5           | 2                   |
| 13                | Philips    | Oralix 65S   | Zahnfilm      |                      | rund         | 28,3                            | 65               | 7,5           | 2                   |
| 14                | Philips    | Oralix65S    | Zahnfilm      |                      | rund         | 28,3                            | 65               | 7,5           | 2                   |
| 15                | Siemens    | Heliodent DS | Zahnfilm      | Kodak / Insight      | rechtwinklig | 12                              | 60               | 7             | 2                   |
| 16                | Siemens    | Heliodent DS | Zahnfilm      |                      | rund         | 15,9                            | 60               | 7             | 2                   |
| 17                | Siemens    | Heliodent MD | Zahnfilm      | Agfa/Dentus M2       | rund         | 28,3                            | 70               | 7             | 1,5                 |
| 18                | Siemens    | Heliodent MD | Zahnfilm      | Agfa/Dentus M2       |              | 0                               | 60               | 7             | 1,5                 |
| 19                | Siemens    | Heliodent DS | Zahnfilm      |                      | rund         | 15,9                            | 60               | 7             | 2                   |
| 20                | Siemens    | Heliodent MD | digital       |                      | rechtwinklig | 12                              | 60               | 7             | 1,5                 |
| 21                | Siemens    | Heliodent MD | Zahnfilm      | Kodak / Ultraspeed   | rechtwinklig | 12                              | 70               | 7             | 1,5                 |
| 22                | Siemens    | Heliodent MD | Zahnfilm      | Kodak /Ultraspeed    | rechtwinklig | 12                              | 70               | 7             | 1,5                 |
| 23                | Siemens    | Heliodent    | Zahnfilm      | Kodak/Insight        | rechtwinklig | 13,4                            | 56               | 7             | 2                   |
| 24                | Siemens    | Heliodent 70 | Zahnfilm      | Kodak/Insight        | rund         | <28,3                           | 70               | 7             | 2                   |
| 25                | Siemens    | Heliodent 70 | Zahnfilm      | Kodak / Ultraspeed   | rund         | 28,3                            | 70               | 7             | 2                   |
| 26                | Siemens    | Heliodent 70 | digital       |                      | rund         | <28,3                           | 70               | 7             | 2                   |
| 27                | Siemens    | Heliodent MD | Zahnfilm      | Kodak / Ultraspeed D | rund         | 28,3                            | 70               | 7             | 1,5                 |
| 28                | Sirona     | Heliodent DS | Zahnfilm      | Agfa/Dentus M2       | rechtwinklig | 13,4                            | 60               | 7             | 2                   |
| 29                | Sirona     | Heliodent DS | Zahnfilm      | Agfa/M2              | rund         | 28,3                            | 60               | 7             | 2                   |
| 30                | Sirona     | Heliodent DS | Zahnfilm      | Kodak/Insight        | rund         | <28,3                           | 60               | 7             | 2                   |
| 31                | Sirona     | Heliodent DS | Zahnfilm      | Kodak / Insight      | rechtwinklig | 12                              | 60               | 7             | 2                   |
| 32                | Sirona     | Heliodent DS | Zahnfilm      | Kodak / Insight      | rechtwinklig | 12                              | 60               | 7             | 2                   |

| Geräte-<br>nummer | Hersteller | Gerätetyp                    | Bildempfänger                            | Filmtyp            | Tubusblende  | Feldgröße<br>[cm <sup>2</sup> ] | Spannung<br>[kV]            | Strom<br>[mA] | Filterung<br>[mmAl] |
|-------------------|------------|------------------------------|--|--------------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------------|
| 33                | Sirona     | Heliodont DS                 | Zahnfilm                                 | Kodak / Insight    | rund         | 28,3                            | 60                          | 7             | 2                   |
| 34                | Sirona     | Heliodont DS                 | Zahnfilm                                 | Agfa/M2            | rund         | 28,3                            | 60                          |               | 2                   |
| 35                | Sirona     | Heliodont DS                 | Zahnfilm für<br>Aufbiss sonst<br>digital |                    | rund         | 28,3                            | 60                          | 7             | 2                   |
| 36                | Soredex    | Minray                       | Zahnfilm                                 | Agfa/Dentus M2     | rund         | 26,4                            | 70                          | 7             | 2                   |
| 37                | Kodak      | Kodak 2200                   | Zahnfilm                                 | Kodak/Insight      | rund         | <28,3                           | 70                          | 7             | 2,5                 |
| 38                | Kodak      | Kodak 2200                   | Zahnfilm                                 | Kodak/Insight      | rund         | <28,3                           | 60                          | 7             | 2,5                 |
| 39                | Kodak      | Kodak 2200                   | Zahnfilm                                 | Kodak/Insight      | rund         | 21,2                            | 60                          | 7             | 2,5                 |
| 40                | Satelec    | X-Mind DC                    | Zahnfilm                                 | Kodak/UltraSpeed   | rund         | 22,9                            | 70                          | 8             | 2                   |
| 41                | Satelec    | x-Mind                       | Zahnfilm                                 |                    | rund         | 34,2                            | 70                          | 8             | 2,5                 |
| 42                | Castellini | 70X                          | Zahnfilm                                 | Kodak/Ultraspeed   | rund         | 28,3                            | 70                          | 8             | 2                   |
| 43                | Gendex     | expert DC                    | Zahnfilm                                 | Kodak/F            | rund         | 28,3                            | 65                          | 7,5           | 1,5                 |
| 44                | Gendex     | Oralix 765DC                 | Zahnfilm                                 |                    | rund         | 23,7                            | 65                          | 7             | 1,5                 |
| 45                | Gendex     | Oralix AC                    | Zahnfilm                                 | Agfa / M2          | rechtwinklig | 12                              | 65                          | 7,5           | 2                   |
| 46                | Gendex     | Oralix 65 / Se-<br>condent E | digital                                  |                    | rund         | 28,3                            | 65                          | 7,5           | 2                   |
| 47                | Gendex     | Oralix AC                    | digital                                  |                    | rund         | <28,3                           | 65                          | 7,5           | 2                   |
| 48                | Gendex     | Oralix 765DC                 | Zahnfilm                                 | Kodak/Insight      |              | 0                               | 65                          |               | 1,5                 |
| 49                | Planmeca   | Prostyle Intra               | Zahnfilm                                 | Agfa / Dentus M2   | rund         | <28,3                           | 60 (Zahn) / 66<br>(Aufbiss) | 8             | 2                   |
| 50                | Koshida    | REX 601                      | Zahnfilm                                 |                    | rund         | 23,7                            | 60                          | 10            | 1,5                 |
| 51                | Stern      | Stern 70                     | Zahnfilm                                 | Kodak / Insight    | rund         | 21,2                            | 70                          | 8             | 2,5                 |
| 52                | Belmont    | DX-68                        | Zahnfilm                                 |                    | rund         | 19,6                            | 65                          | 8             | 2                   |
| 53                | Cetia      | My ray RX AL                 | Zahnfilm                                 | Kodak / Insight    | rund         | 21,2                            | 70                          | 8             | 2,5                 |
| 54                | de Götzen  | X-Mind                       | Zahnfilm                                 | Kodak / ultraspeed | rund         | 28,3                            | 70                          | 8             | 2                   |

**Tabelle 49:** In der Analyse der Strahlenexposition verwendete Tubusgeräte mit dem jeweils zugehörigen Bildempfänger sowie den Aufnahmeparametern Röhrenspannung, Röhrenstrom und Strahlfilterung, die bei den unterschiedlichen Untersuchungsarten soweit nicht gesondert vermerkt jeweils konstant bleiben; Codierung der Bildempfänger: Zahnfilm = intraoraler Zahnfilm, digital = direkt digitales oder Speicherfoliensystem; Bei Verwendung von intraoralen Zahnfilmen wurde, soweit verfügbar der verwendete Filmtyp mit angegeben; der verwendete Typ an Tubusblende sowie die Größe der Tubusöffnung ist mit angegeben; die den Geräten zugeordnete Geräte-nummer entspricht derjenigen in Tabelle 50.

| Gerätenummer | Bissflügel | OK-Molar | OK-Prämolar | OK-Eckzahn | OK-Schneidezahn | OK-Aufbiss | UK-Molar | UK-Prämolar | UK-Eckzahn | UK-Schneidezahn | UK-Aufbiss |
|--------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|
| 1            |            |          |             |            | 0,16            |            |          |             |            | 0,1             | 0,7        |
| 2            |            | 0,25     |             | 0,16       |                 |            | 0,2      |             | 0,16       |                 |            |
| 3            |            | 0,32     | 0,26        |            | 0,24            |            | 0,3      | 0,28        |            | 0,2             |            |
| 4            | 0,21       | 0,2      | 0,16        | 0,16       | 0,16            | 0,46       | 0,18     | 0,12        | 0,12       | 0,12            | 0,46       |
| 5            |            | 0,4      | 0,32        | 0,2        | 0,32            |            | 0,4      | 0,32        | 0,2        | 0,16            |            |
| 6            |            |          |             |            | 0,08            |            |          |             |            |                 |            |
| 7            |            | 0,4      | 0,32        | 0,25       | 0,25            | 0,63       | 0,32     | 0,25        | 0,2        | 0,2             | 0,4        |
| 8            |            | 0,36     | 0,225       | 0,225      | 0,18            |            |          |             |            |                 |            |
| 9            |            | 0,4      | 0,32        | 0,32       | 0,16            |            | 0,25     | 0,25        | 0,25       | 0,2             |            |
| 10           |            | 0,28     | 0,16        | 0,12       | 0,12            | 0,16       | 0,16     | 0,12        | 0,12       | 0,12            | 0,12       |
| 11           | 0,0815     | 0,1      | 0,08        | 0,063      | 0,063           | 0,1        | 0,1      | 0,08        | 0,063      | 0,063           | 0,1        |
| 12           |            | 0,26     | 0,16        | 0,12       | 0,12            |            | 0,16     | 0,12        | 0,12       | 0,12            |            |
| 13           |            | 0,63     | 0,4         | 0,32       |                 |            | 0,4      | 0,32        | 0,25       |                 |            |
| 14           | 0,26       | 0,38     | 0,18        | 0,16       | 0,18            |            | 0,18     | 0,16        | 0,16       | 0,12            |            |
| 15           |            | 0,25     | 0,2         | 0,2        | 0,16            | 0,32       | 0,2      | 0,12        | 0,12       | 0,1             | 0,32       |
| 16           |            | 0,8      |             |            | 0,32            | 0,4        | 0,4      |             |            |                 |            |
| 17           |            |          |             | 0,32       |                 |            |          |             | 0,32       |                 |            |
| 18           | 0,5        | 0,4      |             |            |                 |            |          |             |            |                 |            |
| 19           |            | 0,25     | 0,2         | 0,16       | 0,12            | 0,32       | 0,2      | 0,2         | 0,16       | 0,12            | 0,32       |
| 20           |            | 0,1      |             |            |                 | 0,12       | 0,08     |             |            |                 |            |
| 21           |            | 0,4      | 0,32        | 0,32       | 0,25            | 0,5        | 0,32     | 0,2         | 0,2        | 0,16            | 0,5        |
| 22           |            | 0,2      | 0,16        | 0,16       | 0,12            | 0,25       | 0,16     | 0,12        | 0,12       | 0,08            |            |
| 23           |            |          |             |            |                 | 0,62       |          |             |            |                 | 0,62       |
| 24           |            | 0,2      | 0,16        | 0,12       | 0,12            | 0,25       | 0,12     | 0,1         | 0,06       | 0,06            | 0,25       |
| 25           |            | 0,32     |             |            | 0,4             |            | 0,2      |             |            | 0,1             |            |
| 26           |            | 0,1      | 0,08        | 0,06       | 0,08            |            | 0,06     | 0,06        | 0,06       | 0,06            |            |
| 27           |            | 0,1      | 0,08        | 0,06       | 0,06            | 0,12       | 0,08     | 0,05        | 0,05       | 0,04            | 0,12       |
| 28           |            |          |             | 0,25       | 0,25            |            |          |             |            |                 |            |
| 29           |            | 0,25     | 0,2         | 0,2        | 0,16            | 0,32       | 0,2      | 0,2         | 0,12       | 0,1             | 0,32       |
| 30           |            | 0,25     | 0,25        | 0,2        | 0,16            | 0,32       | 0,2      | 0,2         | 0,12       | 0,1             | 0,32       |
| 31           |            | 0,25     | 0,2         | 0,16       | 0,12            | 0,32       | 0,2      | 0,16        | 0,12       | 0,1             | 0,32       |
| 32           | 0,14       | 0,205    | 0,13        | 0,16       | 0,13            |            | 0,16     | 0,1         | 0,1        | 0,08            |            |

| Gerätenummer | Bissflügel | OK-Molar | OK-Prämolar | OK-Eckzahn | OK-Schneidezahn | OK-Aufbiss | UK-Molar | UK-Prämolar | UK-Eckzahn | UK-Schneidezahn | UK-Aufbiss |
|--------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|
| 33           | 0,2        | 0,26     | 0,205       | 0,205      | 0,16            | 0,32       | 0,205    | 0,205       | 0,205      | 0,1             | 0,32       |
| 34           | 0,32       | 0,32     | 0,25        | 0,16       | 0,2             |            | 0,25     | 0,2         | 0,16       | 0,12            |            |
| 35           |            | 0,05     | 0,04        | 0,03       | 0,02            | 0,4        | 0,04     | 0,04        | 0,02       | 0,01            | 0,4        |
| 36           |            | 0,12     | 0,06        |            | 0,05            | 0,1        | 0,12     | 0,05        |            | 0,04            | 0,1        |
| 37           | 0,102      | 0,092    | 0,077       | 0,061      | 0,061           | 0,061      | 0,061    | 0,056       | 0,051      | 0,051           | 0,061      |
| 38           | 0,109      | 0,184    | 0,158       | 0,122      | 0,122           | 0,204      | 0,122    | 0,122       | 0,097      | 0,097           | 0,204      |
| 39           | 0,138      | 0,23     | 0,198       | 0,154      | 0,154           | 0,256      | 0,154    | 0,141       | 0,122      | 0,122           | 0,256      |
| 40           |            | 0,32     | 0,32        | 0,32       | 0,32            |            | 0,25     | 0,25        | 0,25       | 0,25            |            |
| 41           | 0,3        | 0,32     | 0,25        | 0,3        |                 |            | 0,3      | 0,25        | 0,25       |                 |            |
| 42           |            | 0,24     | 0,2         | 0,22       | 0,18            |            | 0,16     | 0,14        | 0,12       | 0,22            |            |
| 43           | 0,1        | 0,125    | 0,125       | 0,1        | 0,063           | 0,1        | 0,1      |             |            |                 |            |
| 44           |            | 0,125    | 0,08        | 0,1        | 0,063           |            | 0,125    | 0,08        |            | 0,063           |            |
| 45           | 0,2        | 0,32     | 0,26        | 0,2        | 0,16            |            | 0,2      | 0,16        | 0,16       | 0,12            |            |
| 46           |            | 0,08     |             |            |                 |            |          |             |            |                 |            |
| 47           |            |          |             |            | 0,08            |            |          |             |            | 0,08            |            |
| 48           | 0,25       | 0,225    | 0,225       | 0,2        | 0,2             | 0,275      | 0,225    | 0,225       | 0,2        | 0,2             | 0,275      |
| 49           |            | 0,2      | 0,16        |            | 0,12            | 0,16       | 0,16     | 0,12        |            | 0,1             | 0,16       |
| 50           |            | 0,5      | 0,4         | 0,3        |                 |            |          |             |            | 0,28            | 0,6        |
| 51           |            | 0,25     | 0,21        | 0,13       | 0,21            | 0,17       |          |             |            |                 |            |
| 52           |            | 0,46     |             | 0,38       |                 |            |          | 0,3         |            |                 |            |
| 53           | 0,17       | 0,21     | 0,17        | 0,13       | 0,11            | 0,13       | 0,13     | 0,13        | 0,11       | 0,13            | 0,18       |
| 54           | 0,25       | 0,32     | 0,25        | 0,25       | 0,2             | 0,5        | 0,25     | 0,2         | 0,2        | 0,16            | 0,5        |

**Tabelle 50:** Belichtungszeit für unterschiedliche intraorale Untersuchungsarten in Sekunden für die in der Analyse berücksichtigten Tubusgeräte. Leere Tabellenelemente bedeuten, dass an dem entsprechenden Gerät vom Zahnmediziner keine Untersuchungen an Kindern vorgesehen waren und entsprechend keine Parameter vorlagen; die Gerätenummer entspricht derjenigen aus Tabelle 49.

| Gerätenummer | Bissflügel | OK-Molar | OK-Prämolar | OK-Eckzahn | OK-Schneidezahn | OK-Aufbiss | UK-Molar | UK-Prämolar | UK-Eckzahn | UK-Schneidezahn | UK-Aufbiss |
|--------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|
| 1            |            |          |             |            | 1,01            |            |          |             |            | 0,48            | 6,12       |
| 2            |            | 4,4      |             | 2,87       |                 |            | 3,72     |             | 2,87       |                 |            |
| 3            |            | 6,19     | 5,04        |            | 4,75            |            | 5,83     | 5,44        |            | 3,95            |            |
| 4            | 4,44       | 4,27     | 3,46        | 3,46       | 3,46            | 9,58       | 3,89     | 3,89        | 2,59       | 2,59            | 9,58       |
| 5            |            | 6,68     | 5,29        | 3,2        | 5,29            |            | 6,68     | 5,29        | 3,2        | 5,29            |            |
| 6            |            |          |             |            | 1,34            |            |          |             |            |                 |            |
| 7            |            | 6,11     | 4,84        | 3,72       | 3,72            | 9,78       | 4,84     | 3,72        | 2,92       | 2,92            | 6,11       |
| 8            |            | 0,74     | 2,94        | 2,94       | 2,35            |            |          |             |            |                 |            |
| 9            |            | 4,28     | 3,43        | 3,43       | 1,64            |            | 2,56     | 2,56        | 2,56       | 2,05            |            |
| 10           |            | 2,28     | 1,26        | 0,95       | 0,95            | 1,26       | 1,26     | 0,95        | 0,95       | 0,95            | 0,95       |
| 11           | 0,99       | 1,33     | 0,96        | 0,64       | 0,64            | 1,33       | 1,33     | 0,96        | 0,64       | 0,64            | 1,33       |
| 12           |            | 2,04     | 1,16        | 0,96       | 0,96            |            | 1,16     | 0,96        | 0,96       | 0,96            |            |
| 13           |            | 9,62     | 5,89        | 4,62       |                 |            | 5,89     | 4,62        | 3,58       |                 |            |
| 14           | 3,81       | 6,18     | 3           | 2,49       | 3               |            | 3        | 2,49        | 2,49       | 1,86            |            |
| 15           |            | 1,93     | 1,53        | 1,53       | 1,22            | 2,49       | 1,53     | 0,91        | 0,91       | 0,76            | 2,49       |
| 16           | 10,29      | 12,93    |             |            | 5,14            | 6,44       | 6,44     |             |            |                 |            |
| 17           |            |          |             | 11,47      |                 |            |          |             | 11,47      |                 |            |
| 18           | 11,16      | 8,9      |             |            |                 |            |          |             |            |                 |            |
| 19           |            | 3,49     | 2,8         | 2,24       | 1,63            | 4,28       | 2,8      | 2,8         | 2,24       | 1,63            | 4,28       |
| 20           | 1,74       | 2,16     |             |            |                 | 2,6        | 1,74     |             |            |                 |            |
| 21           |            | 3,27     | 2,61        | 2,61       | 2,04            | 4,09       | 2,61     | 1,63        | 1,63       | 1,3             | 4,09       |
| 22           |            | 3,08     | 2,46        | 2,46       | 1,85            | 3,85       | 2,46     | 1,85        | 1,85       | 1,23            |            |
| 23           |            |          |             |            |                 | 6,13       |          |             |            |                 | 6,13       |
| 24           |            | 3,6      | 2,6         | 1,97       | 1,97            | 4,25       | 1,97     | 1,63        | 0,95       | 0,95            | 4,25       |
| 25           |            | 6,48     |             |            | 8               |            | 2,7      |             | 1,35       |                 |            |
| 26           |            | 1,73     | 1,45        | 1,12       | 1,12            |            | 1,12     | 1,12        | 1,12       | 1,12            |            |
| 27           |            | 3,62     | 2,88        | 2,13       | 2,13            | 4,37       | 2,88     | 1,76        | 1,76       | 1,39            | 4,37       |
| 28           |            |          |             | 2,97       | 2,97            |            |          |             |            |                 |            |
| 29           |            | 4,04     | 3,23        | 4,32       | 2,57            | 5,19       | 3,23     | 3,23        | 1,93       | 1,6             | 5,19       |
| 30           |            | 4,35     | 4,35        | 3,47       | 2,6             | 5,6        | 3,47     | 3,47        | 2,07       | 1,71            | 5,6        |
| 31           |            | 2,92     | 2,3         | 1,85       | 1,36            | 3,79       | 2,3      | 1,85        | 1,36       | 1,13            | 3,79       |
| 32           | 1,11       | 1,58     | 0,88        | 1,26       | 0,88            |            | 1,26     | 0,78        | 0,78       | 0,62            |            |

| Gerätenummer | Bissflügel | OK-Molar | OK-Prämolar | OK-Eckzahn | OK-Schneidezahn | OK-Aufbiss | UK-Molar | UK-Prämolar | UK-Eckzahn | UK-Schneidezahn | UK-Aufbiss |
|--------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|
| 33           | 3,78       | 4,92     | 3,78        | 3,78       | 3,03            | 6,11       | 3,78     | 3,78        | 3,78       | 1,87            | 6,11       |
| 34           | 5,2        | 5,2      | 4,06        | 2,6        | 3,25            |            | 4,06     | 3,25        | 2,6        | 1,95            |            |
| 35           |            | 0,6      | 0,47        | 0,35       | 0,23            | 4,81       | 0,47     | 0,47        | 0,23       | 0,1             | 4,81       |
| 36           |            | 2,67     | 1,29        |            | 1,01            | 2,08       | 2,67     | 1,01        |            | 0,81            | 2,08       |
| 37           | 2,39       | 2,14     | 1,8         | 1,44       | 1,44            | 1,44       | 1,44     | 1,33        | 1,23       | 1,23            | 1,44       |
| 38           | 1,79       | 3,14     | 2,71        | 2,06       | 2,06            | 3,48       | 2,06     | 1,94        | 1,64       | 1,64            | 3,48       |
| 39           | 2,32       | 3,85     | 3,32        | 2,59       | 2,59            | 4,29       | 2,59     | 2,37        | 2,05       | 2,05            | 4,29       |
| 40           |            | 4,3      | 4,3         | 4,3        | 4,3             |            | 3,26     | 3,26        | 3,26       | 3,26            |            |
| 41           | 2,12       | 2,27     | 1,7         | 2,12       |                 |            | 2,12     | 1,7         | 1,7        |                 |            |
| 42           |            | 4,45     | 3,65        | 4,05       | 3,25            |            | 2,85     | 2,45        | 2,05       | 4,05            |            |
| 43           | 2,44       | 3,09     | 3,09        | 2,44       | 1,49            | 2,44       | 2,44     |             |            |                 |            |
| 44           |            | 3,28     | 2,08        | 2,62       | 1,63            |            | 3,28     | 2,08        | 1,63       |                 |            |
| 45           | 1,87       | 2,91     | 2,39        | 1,87       | 1,53            |            | 1,87     | 1,53        | 1,53       | 1,19            |            |
| 46           |            | 0,92     |             |            |                 |            |          |             |            |                 |            |
| 47           |            |          |             |            | 1,24            |            |          |             |            | 1,24            |            |
| 48           | 2,26       | 2,03     | 2,03        | 1,8        | 1,8             | 2,59       | 2,03     | 2,03        | 1,8        | 1,8             | 2,59       |
| 49           |            | 7,03     | 5,47        |            | 4,04            | 6,56       | 5,47     | 4,04        |            | 3,39            | 6,56       |
| 50           |            | 8,94     | 7,36        |            | 5,6             |            |          |             |            | 5,22            | 10,54      |
| 51           |            | 5        | 4,14        | 2,41       | 4,14            | 3,28       |          |             |            |                 |            |
| 52           |            | 6,1      |             | 4,03       |                 |            |          | 3,04        |            |                 |            |
| 53           | 3,56       | 4,4      | 3,56        | 2,53       | 2,14            | 2,53       | 2,53     | 2,53        | 2,14       | 2,53            | 2,53       |
| 54           | 2,46       | 3,15     | 2,46        | 2,46       | 1,97            | 4,92       | 2,46     | 1,97        | 1,97       | 1,57            | 4,92       |

**Tabelle 51:** DFP-Werte für unterschiedliche intraorale Untersuchungsarten in  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  für die in der Analyse berücksichtigten Tubusgeräte. Leere Tabellenelemente bedeuten, dass an dem entsprechenden Gerät vom Zahnmediziner keine Untersuchungen an Kindern vorgesehen waren und entsprechend keine Parameter vorlagen; die Gerätenummer entspricht derjenigen aus **Tabelle 49**.



### Anlage 7.3. Daten der analysierten DVT-Geräte

| Hersteller | Gerätetyp   | Detektorgröße          | Anzahl der Aufnahmewinkel  | Spannung [kV] | Filterung [mmAl] | Mittelwert DFP [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Parametersatz 1          |                                       | Parametersatz 2          |                                       | Parametersatz 3          |                                       |
|------------|-------------|------------------------|----------------------------|---------------|------------------|--|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
|            |             |                        |                            |               |                  |  | Strom-Zeit-Produkt [mAs] | DFP [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Strom-Zeit-Produkt [mAs] | DFP [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] | Strom-Zeit-Produkt [mAs] | DFP [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ] |
| Planmeca   | ProMax 3D   | 12"x12"                | 300                        | 84            | 4,2              | 54,43  | 82,5                     | 45,76                                 | 99                       | 54,54                                 | 112                      | 63,00                                 |
| NewTom     | NewTom 9000 | 9"                     | 360                        | 110           | 6,5              | 22,64  | 11,6                     | 22,64                                 |                          |                                       |                          |                                       |
| NewTom     | 3G          | 6" und 9"              | 360                        | 110           | 3,2              | 43,34  | 15,6                     | 41,55                                 | 17,7                     | 45,14                                 |                          |                                       |
| Sirona     | Galileos    |                        | 200                        | 85            | 22               | 37,04  | 14                       | 26,52                                 | 21                       | 37,26                                 | 28                       | 47,36                                 |
| Sirona     | Galileos    |                        | 200                        | 85            | 22               | 28,34  | 10                       | 20,82                                 | 14                       | 26,95                                 | 21                       | 37,25                                 |
| Kodak      | Kodak 9000  | 3,7x5,0cm <sup>2</sup> |                            | 80            | 2,5              | 14,24  |                          | 12,15                                 |                          | 16,33                                 |                          |                                       |
| Kodak      | Kodak 9000  | 3,7x5,0cm <sup>2</sup> |                            | 80            | 2,5              | 13,19  |                          | 13,19                                 |                          |                                       |                          |                                       |
| KaVo       | 3D Exam     | 20x25cm <sup>2</sup>   | 150, 300, 600 <sup>7</sup> | 120           | 10               | 35,08  | 24,1                     | 35,08                                 |                          |                                       |                          |                                       |
| Iluma      | Iluma 3D    |                        |                            | 120           | 43               | 23,82  |                          | 16,69                                 |                          | 30,95                                 |                          |                                       |

**Tabelle 52:** Gerätetypen, Parametersätze und gemessene DFP-Werte der analysierten DVT-Geräte für Aufnahmen an Kindern; die Filterung der Primärstrahlung geht auf Informationen der Hersteller zurück. Die Informationen waren je nach Hersteller unterschiedlich genau zu erhalten. Insbesondere werden von etlichen Herstellern neben Aluminium noch weitere Materialien zur Strahlschwächung eingesetzt, wobei sich jedoch in Summe der in der Tabelle angegebene Äquivalentwert der Filterung ergibt; in der fünften Spalte ist der arithmetische Mittelwert der DFP angegeben, die sich aus den vom jeweiligen Anwender verwendeten Parametersätzen ergeben. Bei allen Geräten bis auf denen von NewTom und KaVo entsprechen die Parametersätze insbesondere unterschiedlichen Strom-Zeit-Produkten bei der Aufnahme. Bei den für NewTom und KaVo Geräte angegebenen DFP-Werten handelt es sich um Mittelwerte eine Stichprobe von Patientenuntersuchungen.

<sup>7</sup> Bei den im Rahmen der Studie analysierten Untersuchungen wurde mit 300 Aufnahmepositionen gearbeitet

# | Verantwortung für Mensch und Umwelt |

**Kontakt:**

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: + 49 30 18333 - 0

Telefax: + 49 30 18333 - 1885

Internet: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



**Bundesamt für Strahlenschutz**