

Nutzen-Risiko-Abwägung

# Darf ich bei einer Schwangeren Röntgenbilder anfertigen?

Raphael Patcas, Marc Schätzle, Heinz-Theo Lübbers, Zürich

Gelegentlich wird der Zahnarzt mit der Frage konfrontiert, ob er eine Schwangere röntgen darf oder nicht. Eine einfache und pauschale Antwort gibt es nicht. Es soll aber hier der Versuch unternommen werden, gewisse Klarheit über die Schädigungswahrscheinlichkeit zu verschaffen, damit der Zahnarzt eine einzelfallbezogene, evidenzbasierte Entscheidung treffen kann.

**G**rundsätzlich gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, die Strahlendosis anzugeben: als Energiedosis und als effektive Dosis.

Als Energiedosis wird die spezifische Energiemenge, die ein Organ durch Absorption der Strahlung aufnimmt, bezeichnet. Diese Energiedosis wird in Gray (Gy) angegeben und nimmt quadratisch mit dem Abstand zum Fokus ab. Deshalb ist die räumliche Lage zum Fokus bei der Angabe der Energiedosis massgebend. Die Energiedosen, die bei einer zahnärztlichen Röntgenaufnahme entstehen, werden normalerweise im oralen Raum, bei den Augen und bei den Schilddrüsen gemessen.

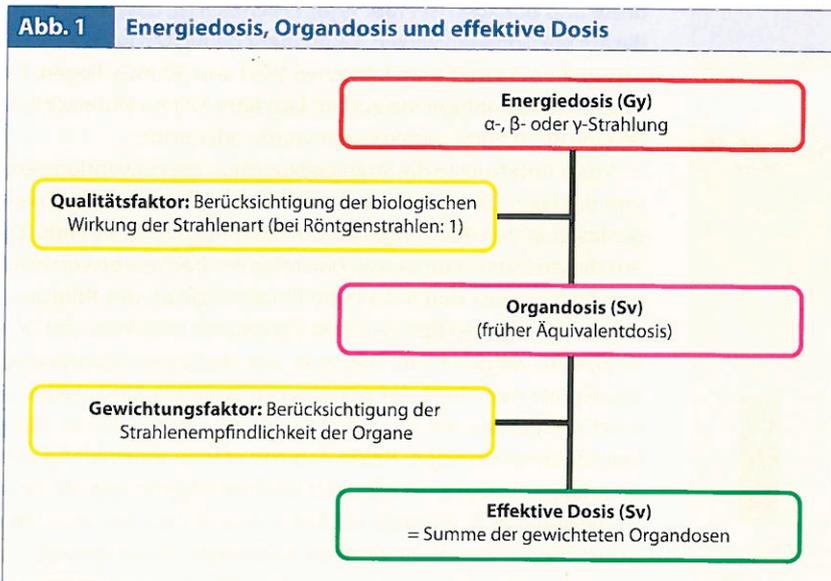
Um die potentiellen Auswirkungen der Strahlung auf den menschlichen Körper zu ermitteln, reicht die Angabe der Ener-

Tab. 1	Energiedosen durch Einzelzahnaufnahme
	Organdosis bei einer Einzelzahnaufnahme
Oberflächendosis beim Eintritt in den Körper	1,5 mGy
Dosis an der Gl. Thyroidea	0,009 mGy (oder 0,61% der Eintrittsdosis)
Dosis an den Gonaden	≤0,00001 mGy (oder ≤0,007% der Eintrittsdosis)

nach: Roth 2006

giedosis nicht aus, da diese Auswirkungen zusätzlich von der Strahlungsart ( $\alpha$ -,  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Strahlen) und vor allem von der Strahlenempfindlichkeit der verschiedenen Organe abhängen. Um diesen zwei Parametern Rechnung zu tragen, wird die Energiedosis mit einem Qualitätsfaktor für die Strahlenart und mit einem Gewichtungsfaktor der Organe multipliziert, um die effektive Dosis zu erhalten (**Abb. 1**). Die effektive Dosis, die in Sievert (Sv) angegeben wird, ist die Summe der gewichteten Organdosen aller einzelnen Organe und ein Mass für das Risiko, das durch die Strahlung verursacht wird.

Abb. 1 Energiedosis, Organdosis und effektive Dosis



## Schädigungswahrscheinlichkeit und Grenzwerte

Röntgenuntersuchungen in der Schwangerschaft können potenziell zu fetalen Fehlbildungen oder auch Aborten führen. Es ist bekannt, dass ionisierende Strahlung in dreifacher Weise für den Embryo schädlich sein kann:

1. Durch Zelltod und Teratogenität,
2. Durch Karzinogenität,
3. Durch Zellmutation [1].

Es ist deshalb möglich, dass die Auswirkungen einer Röntgenbelastung als Spätfolgen erst nach Jahren auftreten. Generell kann festgehalten werden, dass im ersten Trimenon eine Röntgenuntersuchung wo immer möglich zu vermeiden ist, denn in den ersten 12–14 Wochen werden die Organe angelegt, und in dieser Zeit ist das embryonale Gewebe besonders empfindlich auf ionisierende Strahlung.

**Tab. 2 Vergleich der Strahlendosen bei verschiedenen Röntgenverfahren**

	Energiedosis in der Augenlinse (in mGy)	Energiedosis in der Gl. parotidea (in mGy)	Energiedosis in der Gl. thyroidea (in mGy)	Effektive Dosis (in mSv)
Zahnfilmstatus analog, 11 Aufnahmen mit Rundtubus 6 cm Ø	0,105	0,508	0,052	0,034
Zahnfilmstatus analog, 11 Aufnahmen mit Rechteckblende 3x4 cm	0,088	0,246	0,049	0,018
Zahnfilmstatus digital, 11 Aufnahmen mit Rechteckblende 3x4 cm	0,032	0,150	0,006	0,005

nach: Visser, 2000

Eine genau definierte Schwellendosis für embryonale oder fetale Fehlbildungen gibt es nicht. Die Schädigungswahrscheinlichkeit hängt von der Strahlendosis, dem Zeitpunkt der Schwangerschaft sowie der Dosisverteilung ab. Man ist sich heute aber einig, dass es keinen einzigen wissenschaftlichen Nachweis gibt, dass Fetalschäden bei Dosen unterhalb von 50 mGy auftreten [2]. Einzig in einer Studie von Hujoel wird postuliert, dass eine Strahlendosis im Halsbereich von über 0,4 mGy mit «low birth weight» (LBW, Gewicht bei Geburt <2500 g) zusammenhängt [3]. Die Studie weist

allerdings viele Ungenauigkeiten auf und wurde diesbezüglich in mehreren wissenschaftlichen Beiträgen scharf kritisiert.

Gemäss schweizerischem Recht darf bei beruflich strahlenexponierten Personen die jährliche Strahlenbelastung (effektive Dosis) den Grenzwert von 20 mSv nicht überschreiten [4]. Ab Kenntnis einer Schwangerschaft bis zu ihrem Ende darf für beruflich strahlenexponierte Frauen die jährliche effektive Dosis 1 mSv nicht überschreiten. Für alle nichtberuflich strahlenexponierten Personen darf ebenfalls die jährliche effektive Dosis den Grenzwert von 1 mSv nicht überschreiten. Eine spezielle Verordnung für nichtberuflich strahlenexponierte Schwangere existiert nicht. Für sie – wie auch für Kinder – gilt also ebenfalls der Dosis-Grenzwert 1 mSv pro Jahr [5]. Dieser Tatbestand ist erstaunlich, denn keimendes Leben und Kinder sind nachweislich strahlenempfindlicher als Erwachsene.

**Tab. 3 Wann besteht welche Strahlenbelastung (in mSv)?**

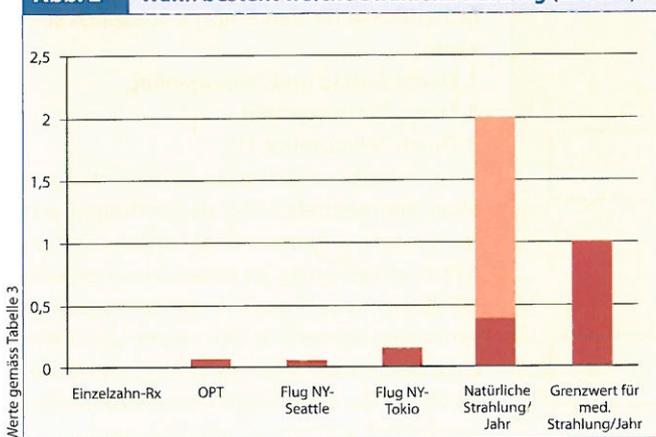
	Effektive Dosis (mSv)
Einzelzahnaufnahme (Roth, 2006)	0,00387
OPT (Roth, 2006)	0,06
Flug von New York nach Seattle (Barish, 2004)	0,06
Flug von New York nach Tokio (Barish, 2004)	0,15
Natürliche Strahlung/Jahr (BAG)	0,4–2
Grenzwert für medizinische Strahlung/Jahr (Strahlenschutzverordnung)	1

**Belastung durch zahnärztliche Röntgenuntersuchungen**

Wie steht es nun um Strahlenbelastung und Schädigungswahrscheinlichkeit beim zahnärztlichen Röntgen? Eine Untersuchung von Roth gibt Auskunft, wie hoch die Strahlenbelastung bei einer Einzelzahnaufnahme für empfindliche Gewebe wie Schilddrüse und Gonaden ist (Tab. 1) [6]. Ersichtlich ist, dass die Dosen, die auf die Gonaden wirken, kaum mehr gemessen werden können und weit unter dem kritischen Wert von 50 mGy liegen. Es macht interessanterweise zudem laut Roth keinen Unterschied, ob eine Bleischürze angewendet wurde oder nicht.

Visser untersuchte die Strahlenexposition bei konventionellen und digitalen Röntgenapparaten [7]. Angegeben sind die Energiedosen in den Risikoorganen und die effektive Dosis (Tab. 2). Aus diesen Daten werden zwei wichtige Beobachtungen ersichtlich: Erstens, dass durch die hohe Empfindlichkeit des Röntgenfilms beim digitalen Röntgen eine signifikante Reduktion der Dosis erreicht werden kann. Darum ist aus Strahlenschutzgründen die digitale Aufnahme der analogen vorzuziehen. Und zweitens führt der Einsatz der Rechteckblende zu einer weiteren markanten Dosisreduktion. Beide Aspekte stehen im Einklang mit dem übergeordneten Prinzip der Strahlenhygiene, der «As Low As Reasonably Achievable (ALARA)»-Grundregel zur Strahlenbelastung in der medizinischen Radiologie. Diese besagt im Grundsatz, dass die zur Erlangung der gefragten Information er-

**Abb. 2 Wann besteht welche Strahlenbelastung (in mSv)?**



forderliche Strahlenbelastung so niedrig wie mit vernünftigen Mitteln möglich gehalten werden muss.

Ebenso wird aus den Daten von Visser, nun in Bezug auf die effektive Dosis, ersichtlich, dass sich die zahnärztliche Röntgenbelastung deutlich unter dem Grenzwert von 1 mSv befindet.

### Vergleich mit anderen Strahlenbelastungen

Der Mensch ist auch ohne medizinisches Wirken einer natürlichen Strahlung ausgesetzt. Dabei spielen beispielsweise die Radionuklide im Erdboden (terrestrische Strahlung) und nukleare Prozesse der Sonne und anderer Sterne (kosmische Strahlung) eine Rolle. Die kosmische Strahlung, die teilweise durch die Erdatmosphäre absorbiert wird, ist auf Flughöhe intensiver.

Es gibt einige Untersuchungen, die die Strahlenbelastung der Passagiere von Lang- und Kurzstreckenflüge erforschen. Die tatsächliche Strahlendosis hängt von vielen Variablen wie Flughöhe oder Sonnenzyklus ab. Für einen Flug von New York nach Seattle kann sie 0,06 mSv, für einen Flug von New York nach Tokio 0,15 mSv betragen [8]. Mit allen wissenschaftlichen Einschränkungen zur Vergleichbarkeit und basierend auf den Daten von Roth 2006 entspricht die Strahlenbelastung einer inneramerikanischen Flugreise somit etwa einem OPT, während die transkontinentale Reise in der Belastung vergleichbar mit 2,5 OPTs ist (Tab. 3, Abb. 2).

### Schlussfolgerungen

Wie in den Richtlinien des American College of Obstetricians and Gynecologists [9] und des American College of Radiology [10] festgehalten, reicht die Strahlenbelastung bei keiner einzelnen Röntgenaufnahme aus, um eine Gefahr für das werdende Kind darzustellen. Dies gilt nicht nur für zahnärztliche Röntgenaufnahmen.

Es sind aber zwei Bemerkungen anzufügen: Einerseits beruht die Ermittlung eines Grenzwerts auf zahlreichen Annahmen und theoretischen Vermutungen. Entsprechend mussten beispielsweise in der Vergangenheit die Gewichtungsfaktoren der einzelnen Gewebe mehrmals angepasst werden. Andererseits basieren die in den Richtlinien verankerten Grenzwerte auf Wahrscheinlichkeiten. Grenzwerte geben also nicht eine absolute Sicherheit, sondern nur eine stochastische Wahrscheinlichkeit. Aus dieser wird gefolgert, dass das Risiko für Schäden so gering ist, dass es ethisch und rechtlich problemlos ist, ein Röntgenbild anzufertigen. Die Auswirkungen von ionisierenden Strahlen können aber individuell stark variieren.

Deshalb muss der Behandler schliesslich selbst entscheiden, ob die klinische Situation eine Röntgenuntersuchung rechtfertigt. Auch wenn die Schädigungswahrscheinlichkeit verschwindend klein ist, lässt sich in einzelnen Fällen eventuell die radiologische Bildgebung um einige Wochen verschieben. Grundsätzlich besteht allerdings für jede während der Schwangerschaft durchgeführte radiologische Untersuchung (wie auch für jede andere ärztliche Massnahme) immer die Möglichkeit, dass sich unabhängig vom kausalen Zusammenhang in zeitlicher Nähe Schwangerschaftskomplikationen einstellen können, die in der Folge Fragen aufwerfen und die Arzt-Patient-Beziehung belasten.

Unbestritten ist jedoch die Tatsache, dass beispielsweise ein unentdeckter und damit unbehandelter (dentaler) Infekt bei der Schwangeren eine viel grössere Belastung für das Ungeborene darstellt als ein Röntgenbild [11].



**Dr. med. dent. Raphael Patcas**  
Klinik für Kieferorthopädie und  
Kinderzahnmedizin  
Zentrum für Zahnmedizin  
Universität Zürich  
Plattenstrasse 11, 8032 Zürich  
raphael.patcas@zzm.uzh.ch



**PD Dr. med. dent. et Odont. Dr. Marc Schätzle**  
Klinik für Kieferorthopädie und  
Kinderzahnmedizin  
Zentrum für Zahnmedizin  
Universität Zürich  
Plattenstrasse 11, 8032 Zürich



**Dr. med. et Dr. med. dent. Heinz-Theo Lübbers**  
Leiter der Abteilung Radiologie  
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Zentrum für Zahnmedizin  
Universität Zürich  
Plattenstrasse 11, 8032 Zürich

#### Literatur:

- Hall EJ: Radiographics 1991; 11(3): 509–518.
- American College of Obstetricians and Gynecologists: Guidelines for diagnostic imagings during pregnancy, 2004
- Hujoel PP, et al.: JAMA 2004; 291(16): 1987–1993.
- Strahlenschutzverordnung SR 814.501; Art. 35–37.
- Bundesamt für Gesundheit BAG: Radioaktivität und Strahlenschutz, 2009: 29.
- Roth J: Schweiz Monatsschr Zahnmed 2006; 11: 1151–1154.
- Visser H, et al.: Mund Kiefer Gesichtschir 2000; 4(4): 213–216.
- Barish RJ: Obstet Gynecol 2004; 103(6): 1326–1330.
- Guidelines for diagnostic imagings during pregnancy, ACOG 2004.
- Safety of diagnostic radiology exposures, ACR 1996.
- Pertl C, et al.: Schweiz Monatsschr Zahnmed 2000; 110: 37–41.

#### FAZIT FÜR DIE PRAXIS

- ◆ Jede künstlich verursachte Strahlenapplikation muss durch einen zu erwartenden Nutzen gerechtfertigt werden. Grenzwerte sind auf Wahrscheinlichkeiten gestützt und stellen keine Garantie dar.
- ◆ Röntgenuntersuchungen in der Schwangerschaft sollten nur nach sorgfältiger Abwägung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses durchgeführt werden und falls möglich in den ersten zwölf Wochen vermieden werden.
- ◆ Die Schädigungswahrscheinlichkeit durch dentales Röntgen ist verschwindend gering. Die werdende Mutter sollte demnach beruhigt werden.
- ◆ Digitale Röntgenbilder sind den analogen wenn möglich vorzuziehen, die Rechteckblende ist immer anzuwenden (ALARA-Prinzip).
- ◆ Ein unbehandelter Infekt bei der Mutter belastet das Ungeborene mehr als das zur Entdeckung evtl. erforderliche Röntgenbild.