

## **Bleigummi-Abdeckungen bei Patienten während Röntgenuntersuchungen: Strahlenschutz oder Feigenblatt?**

J. Roth, H.W. Nemec, R. Sander  
Abt. Radiologische Physik, Kantonsspital / Universitätskliniken Basel

### **Worum geht es?**

Eines der drei Strahlenschutz-Prinzipien fordert die Optimierung zwischen Strahlenexposition und Schutzaufwand. Dafür wird heute auch der Begriff ALARP verwendet: "As low as reasonably practicable" oder "so wenig Strahlung wie vernünftigerweise praktikabel". Die Strahlenschutzverordnung präzisiert dazu (Art. 6, Absatz 3): "Der Grundsatz der Optimierung gilt als erfüllt bei Tätigkeiten, welche in keinem Fall zu einer effektiven Dosis (...) von mehr als 10  $\mu$ Sv pro Jahr für nichtberuflich strahlenexponierte Personen führen." Zudem geht es darum, die im Anhang 2 der Röntgenverordnung (1998) vorgeschriebenen Schutzmittel sinnvoll anzuwenden bzw. ihren Nutzen zu überprüfen.

Die Anwendung einer Bleigummi-Abdeckung ausserhalb des Nutzstrahlenfeldes kann die Dosen der darunter liegenden Organe vermindern. Der Patientin (bzw. dem Patienten) wird damit der Eindruck vermittelt, sie sei vor unnötiger Strahlung geschützt. Ist sie es wirklich? Wird mit der Verwendung einer Bleigummi-Abdeckung nicht vielfach der Strahlenschutz abgehakt? Diese Fragen sollen im folgenden diskutiert werden.

### **Was kann abgeschirmt werden?**

Ein Nutzen einer Bleigummiabdeckung liegt nach unserer Meinung dann vor, wenn eine Schwächung von mindestens 50 % erreicht werden kann und zusätzlich die Organdosis grösser ist als die mittlere natürliche Strahlenexposition pro Tag (ca. 8  $\mu$ Gy). Bei kleineren Dosen scheint eine Optimierung weder sinnvoll noch verhältnismässig zu sein. Für die Verwendung der Hodenkapsel beim Mann kann eine Altersgrenze von 60 Jahren festgelegt werden.

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist, schützt eine Bleigummi-Abdeckung ausserhalb des Nutzstrahlenfeldes gegen extrakorporale Strahlung (Durchlassstrahlung aus dem Röhrengehäuse, Streustrahlung vom Blendensystem sowie Rückstreuung von Filmkassette, Wandstativ, Unterlage und Wand). Damit kann die extrakorporale Strahlung bei peripher gelegenen Organen (Hoden, Schilddrüse, Mamma) reduziert werden. Je näher ein Organ am Rand des Nutzstrahls liegt, desto wirkungsvoller ist der relative Schutz durch Bleigummi. Die im Körperinnern entstehende Streustrahlung trägt vor allem zur Dosis an Organen im Zentrum des Körpers bei und kann durch Bleigummi nicht beeinflusst werden. Ihre Entstehung kann aber mit anderen Mitteln reduziert werden (Einblendung, Kompression, Röhrenspannung). Eine Abdeckung an der Körperoberfläche bringt somit nur relativ geringe Dosisreduktionen für Organe im Körperinnern (wie z.B. an den Ovarien). Diese Tatsache ist besonders bei CT-

Untersuchungen zu beachten, bei denen die axiale Streustrahlung von grosser Bedeutung ist. Die geringe Dosisreduktion an den weiblichen Gonaden infolge einer Bleigummiabdeckung ist typisch bei Röntgenuntersuchungen. Der weitaus grösste Anteil der Organdosen stammt dabei aus körpereigener Streustrahlung.

### **Wieviel wird abgeschirmt?**

Am Beispiel der häufig durchgeführten Thorax-Röntgenaufnahme ist in Abbildung 2 gezeigt, welche Wirkung die Tragweise einer Bleigummi-Abdeckung auf die Gonadendosis hat. Wie nicht unbedingt zu erwarten ist, kann ein Schutz auf der Filmseite die Gonadendosis zumindest beim Mann stärker reduzieren als ein Schutz auf der Röhrenseite. Daraus kann geschlossen werden, dass die Rückstreuung vom Wandstativ grösser ist als die Durchlass- und Streustrahlung vom Röhrengehäuse inkl. Schwächung durch den Körper. An den Ovarien beträgt die Dosisersparung jedoch bestenfalls - d.h. bei allseitiger Abschirmung - 15 %, selbst bei nicht optimaler Einblendung. Dies ist im Strahlenschutz eine geringe Einsparung. Es sei hier an den Grundsatz der Optimierung erinnert. Zudem ist zu beachten, dass die Gonadendosen nur 0.5 bzw. 0.2  $\mu\text{Gy}$  betragen (entsprechend einer mittleren natürlichen Strahlenexposition in der Schweiz während etwa 2 Stunden bzw. einer halben Stunde). Generell sind die zur Diskussion stehenden Organdosen ausserhalb des Nutzstrahlenfeldes bei einzelnen Röntgenaufnahmen sehr klein.

Ausser den Gonaden gibt es noch weitere strahlenempfindliche Organe wie rotes Knochenmark, Dickdarm, Lunge, Magen, Blase, Brust, Leber, Speiseröhre, Schilddrüse. Der erforderliche Strahlenschutz ist auch für diese Organe zu beachten. Ihre Distanz zum Feldrand ist für die Dosis von Bedeutung. Wird die effektive Dosis bei einer Thorax-Röntgenaufnahme mit und ohne Bleigummiabdeckung (Rundumschürze) bestimmt, so ergibt sich eine Einsparung von etwa 4  $\mu\text{Gy}$  oder 8 %.

### **Wie soll abgeschirmt werden?**

Wie anhand von ausführlichen Messungen gezeigt wurde, ist beim Mann eine Bleigummiabschirmung (Hodenkapsel) wirksam und sinnvoll bei Abdomen- und Becken-Röntgenaufnahmen sowie bei CT-Untersuchungen. Bei den übrigen Röntgenaufnahmen und CT-Untersuchungen werden die eingangs genannten Kriterien für den Nutzen von Bleigummiabschirmungen - insbesondere für die Gonaden - im allgemeinen nicht erfüllt. Andererseits erfordert der Schutz von schwangeren Patientinnen besondere Aufmerksamkeit.

Eine unnötige Bleigummiabdeckung schadet grundsätzlich nicht. Jedoch wird damit ein Schutz vorgetäuscht, der in der Praxis nicht gegeben ist. Entscheidet man sich jedoch für eine Bleigummiabschirmung, so ist die optimale Tragweise anzuwenden, d.h. eine Rundumschürze bzw. eine Hodenkapsel. Andernfalls wäre ein weniger umfassender Schutz nicht zu rechtfertigen, und könnte nur als Feigenblatt oder Bleigummi-Deckmantel qualifiziert werden.

## **Warum ist es heute anders?**

Für unsere gegenüber früheren Empfehlungen geänderte Einstellung bezüglich der Anwendung von Bleigummiabdeckungen gibt es Gründe. Im Vergleich zu Messresultaten vor 10 und mehr Jahren sind die Organdosen (und insbesondere die Gonadendosen) bei den meisten Röntgenuntersuchungen kleiner geworden (Ausnahme: CT) und zwar vorwiegend aufgrund von verbesserter Gerätetechnik (weniger Durchlassstrahlung), empfindlicheren Bildsystemen (kleinere Systemdosen), engerer Einblendung, Speicherbildern, gepulster Strahlung usw. Zudem hat das Qualitätssicherungsprogramm, das in der Strahlenschutzverordnung (1994) für Röntgengeräte und Bildverarbeitung gefordert wird, in den letzten Jahren ebenfalls zu einer Verbesserung des Strahlenschutzes beigetragen (z.B. Übereinstimmung zwischen Licht- und Strahlenfeld).

## **Was bringt das Einblenden?**

Heute gibt es wirkungsvollere Massnahmen als eine Bleigummiabdeckung zum Schutze des Patienten. Sie können zwar nicht so offensichtlich zur Schau gestellt werden wie eine „Bleischürze“, können aber wesentlich mehr zum Strahlenschutz beitragen. Die Fachperson in medizinisch-technischer Radiologie (MTRA) sollte diese Möglichkeit kennen und versuchen, sie sinnvoll umzusetzen. Es sei vor allem an die Einblendung erinnert. Durch diese Massnahme wird weniger Gewebe exponiert (durch eine Einblendung von 35 cm x 40 cm auf 30 cm x 35 cm wird 25 % weniger Gewebe bestrahlt), weniger Streustrahlung erzeugt (damit werden Organe ausserhalb des Nutzstrahlenfeldes weniger exponiert), der Abstand zwischen Feldrand und Organen ausserhalb des Nutzstrahls vergrössert und die Bildqualität verbessert (weniger Streustrahlung). Die auf dem Röntgenbild sichtbare Einblendung zeugt stets von einem guten Strahlenschutz- und Qualitätsbewusstsein. Sind die Feldränder nicht sichtbar, so war die Einblendung auf jeden Fall ungenügend. Eine Forderung in den Strahlenschutzvorschriften nach einer sichtbaren Einblendung könnte wesentlich mehr zum Schutz der Patienten beitragen als der Einsatz von Schutzmitteln wie Halb- oder Lendenschürze mit mindestens 0.25 mm Bleiäquivalent (gemäss Röntgenverordnung).

Nach Abbildung 3 hat die Einblendung einen wesentlich grösseren Einfluss auf die Ovariendosis als die Verwendung einer optimalen Rundum-Bleigummiabdeckung (0.5 mm Pb), sofern einigermaßen vernünftig (oberhalb des Bleigummi-Randes) ein-geblendet wird. In diesem Fall lässt sich die Gonadendosis praktisch unabhängig von einer Bleigummiabdeckung durch unterschiedliche Einblendung bis zu einem Faktor 5 verändern. Durch 1 cm zusätzliche Einblendung des unteren Feldrandes wird die Ovariendosis um etwa 20 % reduziert. Man könnte sagen, dass eine Bleigummiabdeckung nur dort wirksam und nötig ist, wo schlecht ein-geblendet wird.

## **Was ist zu tun?**

Mit der Beachtung der folgenden Massnahmen kann die Strahlenexposition des Patienten so klein wie vernünftigerweise praktikabel gehalten werden:

- kleinstmögliche Einblendung (auf jeden Fall: Feldgrösse kleiner als Filmgrösse bzw. als Grösse des Bildempfängers; Voraussetzung dafür ist die Übereinstimmung von Licht- und Strahlenfeld)
- empfindliches Bildsystem (Film-Folien-Kombination, Durchleuchtung mit Speicherbild usw.)
- regelmässige Konstanzprüfungen, Interpretation der Resultate, erforderliche Massnahmen
- Ausbildung des Personals in Indikationsstellung, Einstelltechnik und praktischem Strahlenschutz

### **Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

- Bleigummiabdeckungen in Form von Halbschürzen bringen praktisch keinen Nutzen für die Patienten (obwohl sie in der Röntgenverordnung - als Minimalausrüstung mit einem Bleiäquivalent von 0.25 mm - gefordert sind).
- Wenn Bleigummiabdeckungen nutzbringend angewendet werden sollen, dann müssen Rundumschürzen mit einem Bleiäquivalent von 0.5 mm oder Hodenkapseln (1 mm Blei) verwendet werden.
- Die Dosen an Organen ausserhalb des Nutzstrahls (insbesondere der Gonaden) sind heute aufgrund verbesserter technischer Voraussetzungen und verbesserter Ausbildung (Einblendung) wesentlich kleiner als vor zehn Jahren.
- Eine Bleigummiabdeckung ist sinnvoll und wirksam bei Abdomen- und Becken-Röntgenaufnahmen sowie CT-Untersuchungen beim Mann (Hodenkapsel). Bei einer Durchleuchtung wird grundsätzlich die Anwendung von Bleigummi-Abdeckungen empfohlen.
- Bei Durchleuchtungen ist die Anwendung von Bleigummiabdeckungen besonders sorgfältig zu beachten. Wenn der Nutzstrahl auf Bleigummi trifft, so kann wegen der automatischen Dosisleistungsregulierung die Strahlenexposition um mehr als das Zehnfache steigen.
- Dem Strahlenschutz wird kein Dienst erwiesen, wenn der Patientin oder dem Patienten ein Schutz vorgetäuscht wird, der nicht vorhanden ist („Bleigummi-Deckmantel“). Es gibt aber wirkungsvolle Schutzmassnahmen, die zu beachten und einzuhalten sind.

Auch heute noch ist die Aussage von Prof. F. Wachsmann (1969) beachtenswert, dass „im Strahlenschutz ein Gramm Gehirn mehr wiegt als eine Tonne Blei“.

(Die Liste mit den Messresultaten für zahlreiche Röntgenuntersuchungen mit und ohne Bleigummiabdeckungen kann bei den Autoren angefordert werden).

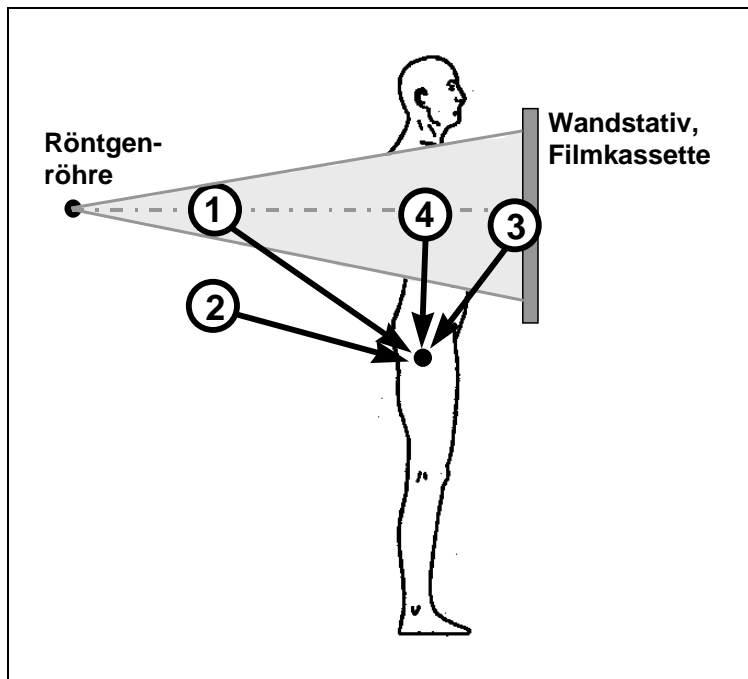


Abbildung 1:

Herkunft der Streustrahlung bei einer Röntgenuntersuchung:

- 1 Streustrahlung (Blendensystem, Luft)
- 2 Durchlassstrahlung („Leckstrahlung“) aus dem Röhrengehäuse, extrafokale Strahlung
- 3 Streustrahlung von Wandstativ und Filmkassette
- 4 Streustrahlung aus dem Körper

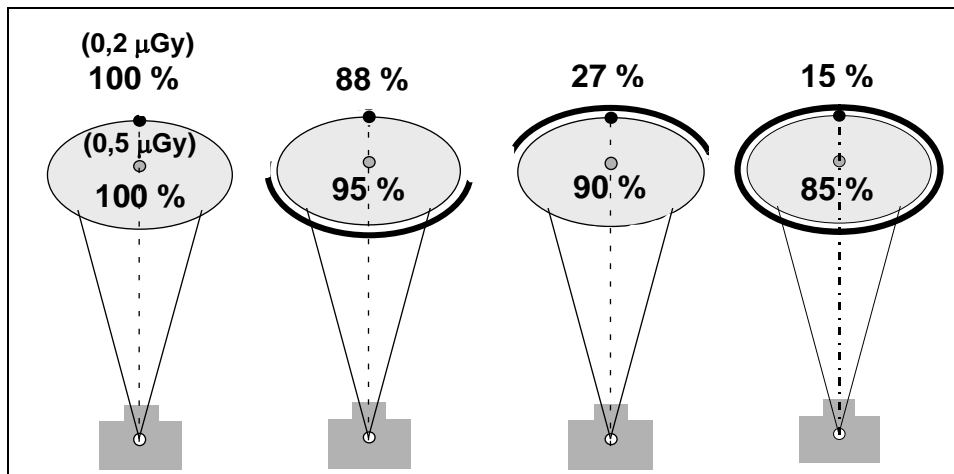


Abbildung 2:

Einfluss der Bleigummi-Abdeckung auf die Hoden- und Ovariendosen bei einer Thorax-Röntgenaufnahme: 120 kV, FOD = 175 cm (FFD = 200 cm), F = 30 cm x 35 cm bei FOD, 0,5 mm Blei-Gleichwert.

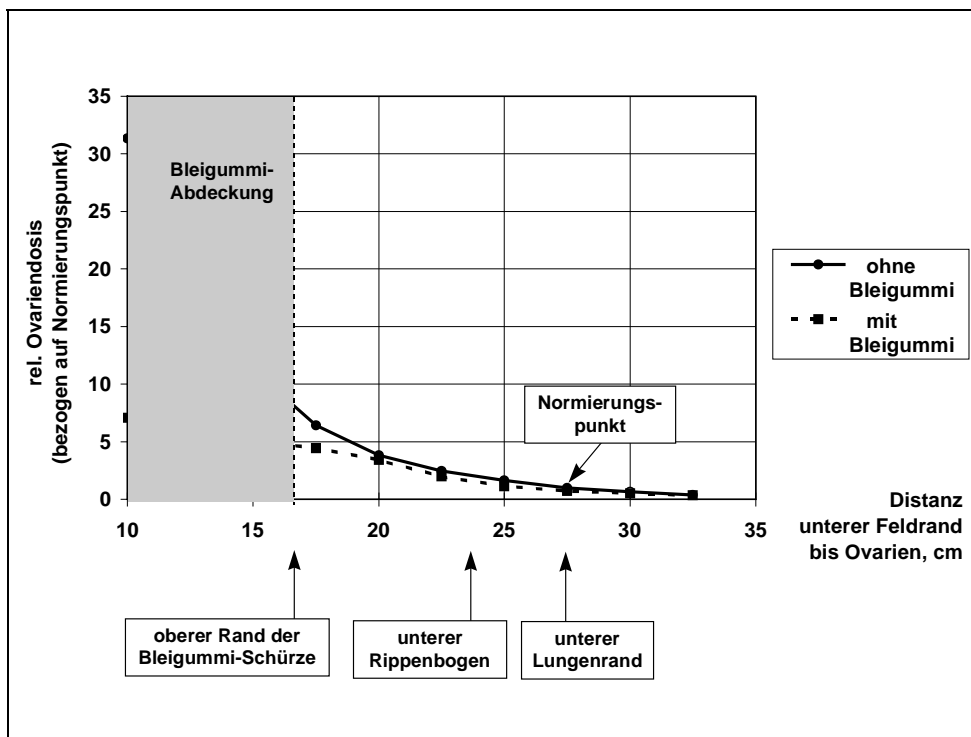


Abbildung 3:  
 Relative Ovariendosis in Abhängigkeit von der Lage des unteren Feldrandes bei einer Thorax-Röntgenaufnahme mit dem Alderson-Phantom mit und ohne Rundum-Bleigummi-Abdeckung (0.5 mm Pb): 120 kV, FOD = 175 cm (FFD = 200 cm), F = 30 cm x 35 cm bei FOD