

**INTRAORALE  
RÖNTGEN-  
AUFNAHMEN  
LEICHT  
GEMACHT**



Nach amerikanischer Originalfassung „Successful Intraoral Radiography“.  
Herausgegeben von William S. Moore, DDS, MS UTHSCSA Dental School San Antonio, TX

Für seine Unterstützung bei der Übersetzung der Broschüre danken wir Herrn Dr. Burmester, dem Leiter der Sektion Röntgen am Zahnärztlichen Universitäts-Institut der Stiftung Carolinum, Frankfurt am Main.

**Erfolgreiche intraorale Radiographie** ..... 4

**Korrekte Filmpositionierung** ..... 5

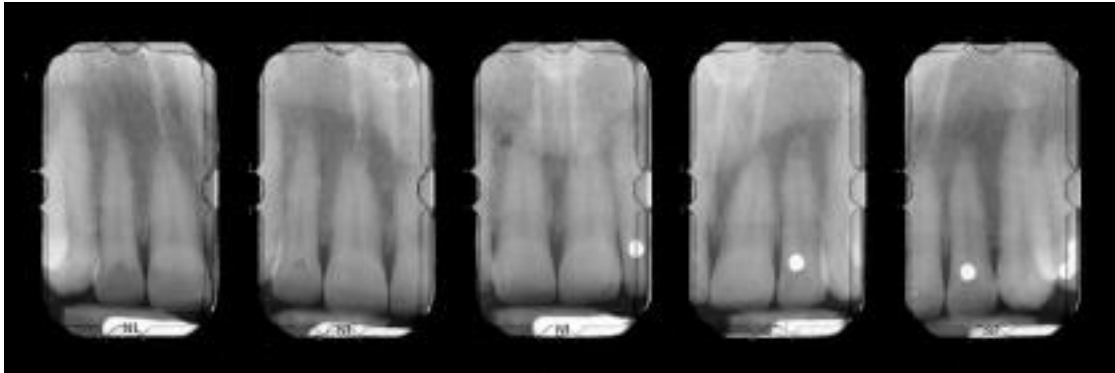
**Filmbelichtung** ..... 8  
     Empfohlene Belichtungseinstellungen für intraorale Dentalfilme von Kodak ..... 11

**Verarbeitung** ..... 12  
     Manuelle Verarbeitung ..... 13

**KODAK Chemikalien** ..... 14

**Handhabung** ..... 15  
     Handhabungsfehler ..... 16

**Zusammenfassung möglicher Fehler bei der intraoralen Radiographie** ..... 17



Jeder Zahnarzt setzt sich zum Ziel, intraorale Röntgenaufnahmen von hoher Qualität zu erhalten. Eine hochwertige Röntgenaufnahme zeigt ein Maximum an Details mit anatomischer Genauigkeit sowie optimaler Dichte und optimalem Kontrast. Damit ist wiederum eine optimale Diagnose möglich. In dieser Broschüre werden einige der häufigen Fallstricke und Fehler bei

der intraoralen Radiographie angesprochen und ihre Vermeidung und Korrektur erläutert. Ähnliche Informationen zur Orthopantomographie entnehmen Sie bitte der Kodak-Publikation mit dem Titel „Panoramaschichtaufnahmen leicht gemacht“.

### QUALITÄTSAUFNAHMEN

Das Ziel der Radiographie liegt grundsätzlich darin, eine qualitativ hochwertige Röntgenaufnahme zu erhalten. Eine solche Aufnahme zeigt maximale Details, um feine Objekte aufzulösen. Sie stellt die Zähne und die anatomischen Strukturen exakt ohne Verzeichnung oder Vergrößerung dar. Sie weist eine optimale Dichte und einen optimalen Kontrast (Bildeigenschaften) auf, und erzielt damit maximalen Nutzen für die Erkennung von Zahnkrankheiten. Um eine solche Aufnahme zu erhalten, müssen die Praxismitarbeiter allen drei Schritten bei der Herstellung einer Röntgenaufnahme – Positionierung, Belichtung und Verarbeitung – ein hohes Maß an Aufmerksamkeit schenken.

Der Film muss korrekt positioniert werden, um eine geeignete Geometrie zu gewährleisten und Verzeichnung und Überlagerung von Strukturen (Superposition) zu verhindern. Dann müssen die Faktoren für die Belichtungstechnik in Abstimmung auf den Patienten und den ausgewählten Film eingestellt werden. Schließlich sind die entsprechenden Anforderungen an Verarbeitungszeit, Temperatur und Handhabung zu beachten, um qualitativ hochwertige Aufnahmen zu erhalten.

#### DREI SCHRITTE ZUR HERSTELLUNG EINER QUALITÄTSAUFNAHME



Abbildung 1

# 1

## SCHRITT 1: KORREKTE FILMPOSITIONIERUNG

Das Einlegen des Films mit dem Ziel einer angemessenen anatomischen Erfassung geht über den Rahmen dieser Broschüre hinaus und kann in der Literatur zur qualitativ hochwertigen Dentalradiographie nachgelesen werden. Dieses Kapitel befasst sich mit Fehlern aufgrund einer falschen Filmpositionierung, wie etwa überlappende Kontakte und verzeichnete Darstellungen von Zähnen und Wurzeln. Diese Fehler sind darauf zurückzuführen, dass es sich bei der Dentalradiographie um eine schattenwerfende Technik handelt, bei der eine Abbildung des Zahns auf den Film projiziert wird. Schattenbildung kann zu geometrischer Verzeichnung, beispielsweise Elongation, Vergrößerung und überlappende Kontakte in der fertigen Aufnahme führen.

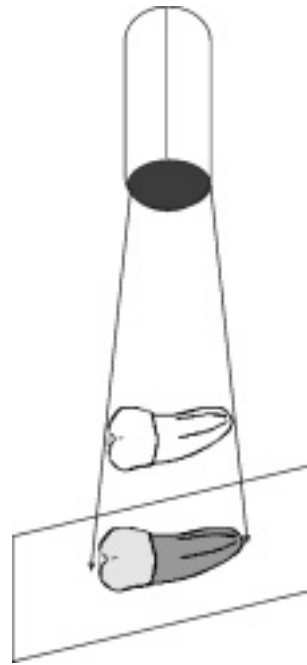


Abbildung 2 -  
Schattenbildung

Die geometrische Verzeichnung lässt sich auf ein Minimum beschränken, indem ein großer Abstand von der Röntgenquelle zum Objekt gewählt wird. Dieser ist mit Hilfe der Langröhrentechnik (40 cm) möglich. Geometrische Verzeichnung kann auch auftreten, wenn der Film nicht im rechten Winkel zum Strahl liegt. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, stets eine Einstellhilfe mit Filmhalter zu verwenden. Viele Ärzte gehen davon aus, dass solche Geräte alle Probleme in Zusammenhang mit Winkelbildung lösen. Diese halten jedoch lediglich den Film im rechten Winkel zum Röntgenstrahl, verhindern aber nicht alle Fehler aufgrund einer vertikalen und horizontalen Winkelstellung des Films zum Zahn selbst. Solche Fehlaurichtungen können zu häufig beobachteten Fehlern in Form von überlappenden Kontakten oder vertikaler Verzeichnung der Zähne in der Aufnahme führen. Sie lassen sich durch angemessenen Einsatz der Parallelschicht jedoch auf ein Minimum beschränken.

Abbildung 3 -  
Übermäßige vertikale  
Winkelbildung, sicht-  
bare untere Grenzlinie  
des Unterkiefers,  
Elongation der  
Wurzeln. Korrektur  
durch Verschieben des  
Films nach hinten in  
die Mundhöhle.

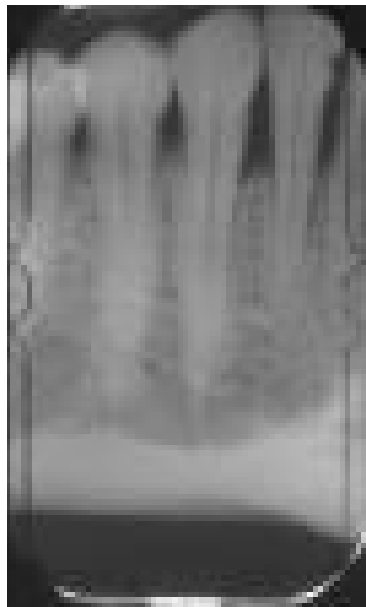


Abbildung 4 -  
Verzeichnung durch  
Filmbiegung in der  
Ecke des Zahnbogens.  
Korrektur durch Ver-  
schieben des Films zur  
Mitte der Mundhöhle.



Abbildung 5 -  
Gebogene Filmecken  
verursachen schwarze Linien  
auf dem Film. Korrektur  
durch korrekte Filmposi-  
tionierung, weiche Filmpakete  
verwenden.



## VERZEICHNUNG (VERTIKALE WINKELBILDUNG)

Wenngleich Filmhaltergeräte den Film im rechten Winkel zum Röntgenstrahl halten, verhindern sie keine Kippung des gesamten Geräts in vertikaler Richtung. Diese Kippung bewirkt, dass der Film in einem Winkel zum Zahn positioniert wird, und kann zu Verzeichnungen führen, wenn der Winkel sehr groß ist. Dieses Phänomen beobachtet man häufig, wenn der Film nicht ausreichend weit in die Mitte der Mundhöhle positioniert wird und angewinkelt werden muss, um die Neigung des Gaumens und des Unterkiefers zu umgehen. Es lässt sich verhindern, indem man den Film einfach tiefer in die Mitte der Mundhöhle führt, so dass eine Abwinkelung nicht erforderlich ist. Ein anderer Verzeichnungstyp tritt auf, wenn sich der Film verbiegt, weil der Patient beim Zubeißen Druck darauf ausübt. Auch dies lässt sich vermeiden, indem der Film tief genug in die Mundhöhle geführt wird, um Kontakt mit dem Gaumen zu verhindern. Wenn die Filmecken gebogen werden, um mehr Komfort für den Patienten zu erhalten, kann dies ebenfalls zu Fehlern führen, da der Druck im Biegebereich eine partielle Filmentwicklung bewirken kann. Dies zeigt sich durch schwarze Linien auf dem Film.



Abbildung 6 - Winkelbildung aufgrund von Gelenkpunktneigung am unteren Molar.

## ÜBERLAPPENDE KONTAKTFLÄCHEN (HORIZONTALE WINKELBILDUNG)

Um die Kontaktbereiche möglichst überlagerungsfrei darzustellen, muss der Strahl tangential zur jeweiligen Kontaktfläche ausgerichtet werden. Im Unterkiefer ist dies relativ einfach. Im Oberkiefer sind die Molarkontaktflächen jedoch aufgrund der dreieckigen Form der Oberkiefermolaren häufig nach mesial gerichtet. Das bedeutet, dass der Strahl ebenso von mesial gerichtet sein muss, um diese Kontakte zu öffnen. Häufig wird umgekehrt verfahren. Der Strahl wird von mesial in die Prämolarenfläche und im rechten Winkel oder von distal in die Molarregion gerichtet. Dies führt meistens zu überlappenden KontaktDarstellungen. Den Verlauf der Kontaktflächen muss man sich stets vorstellen, bevor Bissflügelaufnahmen gemacht werden.

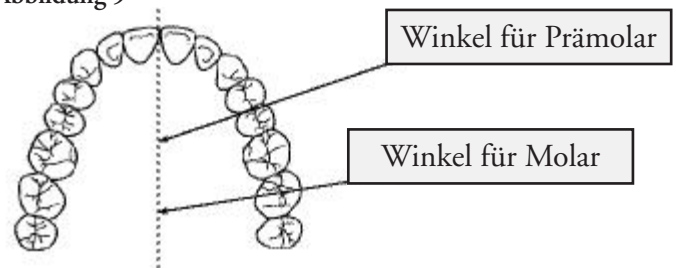
Abbildung 7 - Fehlerhafte horizontale Winkelbildung, Kontakte überlappt.



Abbildung 8 - Korrekte horizontale Winkelbildung, Kontakte überlagerungsfrei.



Abbildung 9



### Tubusausschnitte (Tubusschatten)

Dentalröntgenstrahlen werden einer Kollimation unterzogen und auf einen Durchmesser von 6 cm am Ende des Tubusses begrenzt, oder auf einen noch geringeren Durchmesser, sofern ein rechteckiger Kollimator (Kleinfeldtubus) zum Einsatz kommt. Wenn das aus-

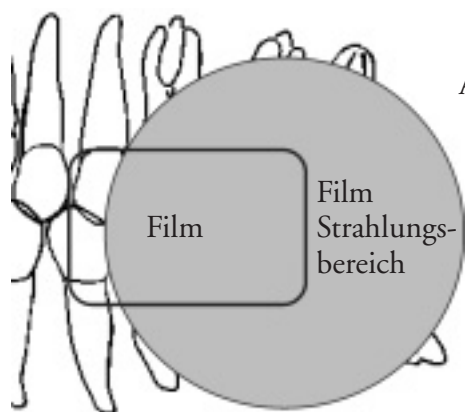


Abbildung 10

tretende Nutzstrahlenbündel nicht mit dem Film ausgerichtet wird, ist ein Teil des Films keiner Röntgenstrahlung ausgesetzt und bleibt unbelichtet. Dies bezeichnet man als Tubusausschnitt (Tubusschatten). Eine geeignete Anwendung von Einstellhilfen trägt zur Vermeidung dieses Problems bei, das sowohl mit rundem als auch mit rechteckigem Tubus auftreten kann.



Abbildung 11 - Tubusschatten mit runder Röhre



Abbildung 12 - Tubusschatten mit rechteckiger Röhre

### Seitenverkehrte Filme

Ein Dentalröntgenfilm ist mit einem Markierungspunkt versehen, um die Röhrenseite des Films zu kennzeichnen und die Unterscheidung der rechten und linken Seite des Patienten zu vereinfachen. Darüber hinaus enthält das Filmpaket eine Bleifolie, die verhindert, dass überflüssige Strahlung weiter in den Patienten eindringt und die Streustrahlung vermindert. Diese Bleifolie weist ein spezielles Muster auf. Wenn ein Film von der falschen Seite belichtet wird, ist das Muster auf der Aufnahme zu erkennen. Aufgrund der Abschwächung durch die Folie weist die Aufnahme außerdem insgesamt eine geringere Dichte auf.

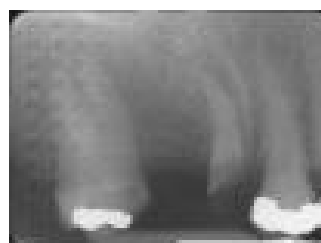


Abbildung 13 - Seitenverkehrter Film, Punktmuster am linken Rand der Aufnahme sowie geringe Gesamtdichte



Abbildung 14 - Folie aus der Filmtasche weist Punktmuster auf

AUFNAHME	FEHLER	KORREKTUR
Zähne elongiert, Höcker überlappen sich nicht, Sinusstrukturen oder untere Grenzlinie des Unterkiefers sichtbar	Übermäßige vertikale Winkelbildung	Filmpositionierung korrigieren und vertikale Winkelbildung verringern
Kontaktbereiche der Zähne weisen Überlappung auf	Ungeeignete horizontale Winkelbildung	Kontaktflächen vorstellen und Strahlengang ausrichten
Dunkle Linien in der Ecke des Films	Film gebogen	Verwendung von SUPER POLY-SOFT® Filmen und korrekte Positionierung können das Biegen des Films überflüssig machen
Unbelichteter Bereich an einem Rand des Films, bogenförmig oder gerade	Tubusschatten	Röhre gemäß Einstellhilfe ausrichten
Film weist geringe Dichte auf, ungewöhnliches Muster auf dem gesamten Film („Reifenspuren“ oder „Fischgräten“)	Film wurde umgedreht und durch die Rückseite belichtet, Muster stammt von der Folie	Hinweise zur Ausrichtung auf dem Film beachten

Tabelle 1 - Fehler bei der Filmpositionierung

## 2 Schritt 2: Filmbelichtung

### Auswahl eines Films

Die Filmauswahl ist Voraussetzung für die erfolgreiche Radiographie sowie für eine möglichst geringe Strahlenbelastung des Patienten. Um Aufnahmen von gleichbleibender Qualität zu erhalten, müssen Sie Filme von konstanter Qualität verwenden. Preiswerte Filme können von Charge zu Charge abweichen oder von verschiedenen Herstellern stammen. Damit wird die Sicherstellung gleichbleibender Faktoren der Belichtungs- und Entwicklungstechnik sehr schwierig. Dentalfilme werden in verschiedenen Empfindlichkeitsklassen geliefert, wobei Filme der Empfindlichkeitsklasse D die längste Belichtungszeit und Filme der Empfindlichkeitsklasse F die kürzeste Belichtungszeit erfordern. Der neueste Film von Kodak, InSight<sup>®</sup>, ist ein Film der Empfindlichkeitsklasse F, der eine weitere Verringerung der Belichtungszeit um bis zu 20 % gegenüber Filmen der Empfindlichkeitsklasse E (bis zu 60 % Verringerung gegenüber Filmen der Empfindlichkeitsklasse D) ermöglicht, ohne dass Kontrast oder Qualität der Aufnahme beeinträchtigt werden. Im Ein-

klang mit dem ALARA-Prinzip (Dosis so niedrig wie praktisch möglich) wird die Verwendung von Filmen der Empfindlichkeitsklasse F mit Nachdruck empfohlen. Nützliche Richtlinien zur Belichtung finden sich auf Seite 11.

Bei Beachtung dieser Richtlinien kann der Arzt sicherstellen, dass seine Belichtungsfaktoren innerhalb der empfohlenen normalen Bereiche für angemessene radiographische Techniken liegen.

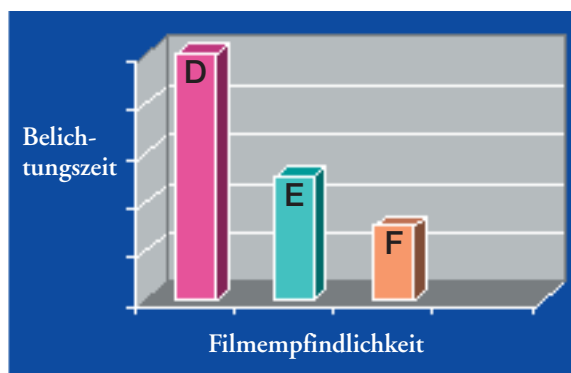


Abbildung 15 - Belichtungszeit versus Filmempfindlichkeit

### Einfluss der Stromstärke in mA

Die meisten modernen Dentalröntgengeräte sehen keine Funktion für die Justierung des mA-Wertes oder der Stromstärke in Milliampere mehr vor. Da die Wirkung der Erhöhung oder Senkung des mA-Wertes der Wirkung einer Änderung der Belichtungszeit entspricht, werden die beiden Werte kombiniert und zusammen als mAs oder Milliampere Sekunde bezeichnet. In der Zahnheilkunde befasst man sich hauptsächlich mit der Belichtungszeit, wie im folgenden erörtert.



Abbildung 16 - Die Belichtungszeit ist mit einem Hahn vergleichbar.

### Einfluss der Zeit

Die Filmdichte (wie hell oder dunkel ein Film insgesamt ist) steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Belichtungszeit. Je länger die Belichtungszeit ist, um so mehr Röntgenphotonen erreichen den Film und belichten ihn. Daher wird der Film dunkler. Den Röntgen-Timer kann man sich als kleinen Hahn vorstellen. Er schaltet den Strom der Röntgenstrahlen ein oder aus. Wenn man den Hahn doppelt so lange öffnet, erhält man die doppelte Menge Röntgenstrahlen aus dem Gerät. Wenn man die Zeit verdoppelt, wird der Film dunkler (etwa zweimal so dunkel).





Abbildung 17 -  
0,25 Sekunde Belichtung  
(unterbelichtet)



Abbildung 18 -  
0,5 Sekunde Belichtung  
(korrekte Belichtung)

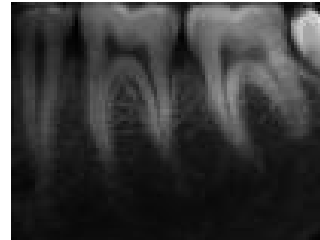


Abbildung 19 -  
1,0 Sekunde Belichtung  
(überbelichtet)

RÖNTGENAUFNAHME	BELICHTUNGSZEIT	KORREKTUR
Zu dunkel	Zu lang	Kürzer belichten
Zu hell	Zu kurz	Länger belichten

Tabelle 2 - Belichtungszeitfehler

### Einfluss der Spitzenspannung in kV

Viele moderne Dentalröntgengeräte sehen keine Funktion für die Justierung der Spitzenspannung in Kilovolt (kV) mehr vor. Die Spitzenspannung in kV hat einen gewissen Einfluss auf die Menge der produzierten Röntgenstrahlen, vornehmlich aber auf deren durchschnittliche Energie. Die durchschnittliche Energie wird auch als „Strahlenqualität“ bezeichnet. Die Auswirkung der Spitzenspannung in kV kann man sich als Düse vorstellen. Sie regelt die Stärke des austretenden Stroms der Röntgenstrahlen, wohingegen der Hahn (Timer) die Menge steuert.



Abbildung 21 - Geringer Kontrast, lange Grauskala oben, hoher Kontrast, kurze Grauskala unten

Der kV-Wert beeinflusst die Qualität der entgeltigen Aufnahme in zweifacher Hinsicht. Zunächst hat er Einfluss auf den Kontrast oder die Graustufenskala. Ein niedriger kV-Wert entspricht dem Aufdrehen der Düse. Die energieärmeren Röntgenstrahlen haben weniger Durchdringungskraft. Damit erhält man ein kontrastreiches Bild, das mehr einer Schwarzweiß-Aufnahme ähnelt. Ein hoher kV-Wert ist mit dem Zudrehen der Düse vergleichbar. Der Strahl wird „härter“ und weist mehr Energie auf. Ein hoher kV-Wert bewirkt ein kon-

trastarmes Bild, das aber mehr Grauschattierungen aufweist, die feine Kontraständerungen repräsentieren.

Wenn ein höherer kV-Wert verwendet wird, werden außerdem mehr Röntgenstrahlen produziert. Es handelt sich dabei jedoch nicht um eine lineare Beziehung. Zum Beispiel: eine Erhöhung oder eine Reduzierung der kV um 15% sollte zu einer Reduzierung bzw. einer Erhöhung der Belichtungszeit um den Faktor 2 führen. Eine geeignete Faustregel lautet:

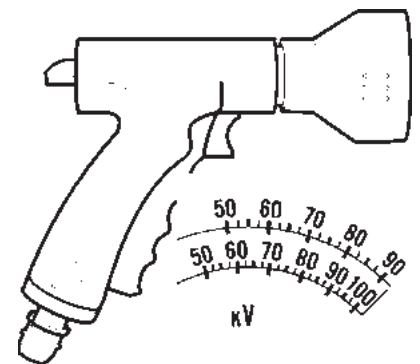


Abbildung 20 - kV-Wert ist mit einer Sprühdüse vergleichbar

**JEDE ERHÖHUNG UM 10 kV = BELICHTUNGSZEIT DIVIDIERT DURCH 2**



Abbildung 22 - 55 kV

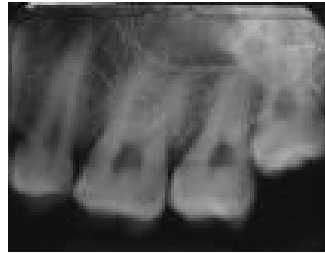


Abbildung 23 - 70 kV

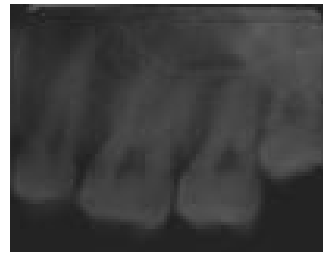


Abbildung 24 - 85 kV

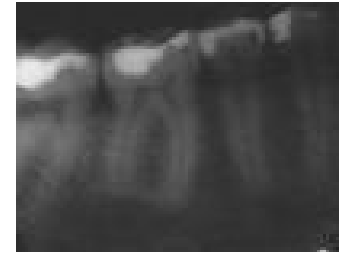


Abbildung 25 - Film versehentlich bei 90 kV belichtet, alle anderen Belichtungsfaktoren waren wie üblich eingestellt

Wenngleich viele moderne Röntengeräte keine Funktion für Änderungen des kV-Wertes vorsehen, entsprechen moderne DC-Geräte (Gleichstromgeräte) in ihrer Funktionsweise älteren Geräten, die mit hohen Spannungen laufen. Ein modernes 70 kV DC-Gerät weist beispielsweise eine Strahlqualität auf, die mit einem älteren 80 kV-Gerät vergleichbar ist.

AUFNAHME	kV
Zu dunkel	Zu hoch
Zu hell	Zu niedrig
Zu viel Kontrast	Zu niedrig
Zu verwaschen	Zu hoch

Tabelle 3 - kV-Fehler

Andere Fehler, die bei der Belichtung auftreten können, sind u.a. Bewegung des Patienten und Doppelbelichtung. Eine Methode zur Verringerung von Fehlern durch Patientenbewegung liegt darin, den Kopf des Patienten während der Filmpositionierung und Belichtung mit einer Kopfstütze zu stabilisieren. Doppelbelichtungen werden normalerweise durch Unachtsamkeit des Bedieners verursacht. Die Anwendung der Einzeldosierung und die separate Aufbewahrung von unbelichteten und belichteten Filmen kann zur Verhinderung dieses Problems beitragen. Es sei darauf hingewiesen, dass bei einer Doppelbelichtung normalerweise ein entsprechender Leerfilm in der Serie vorhanden ist.



Abbildung 26 - Patientenbewegung, unscharfes Bild, weicher Fokus

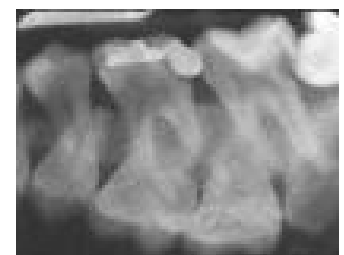


Abbildung 27 - Doppelbelichtung, Mehrfachdarstellungen der Zähne

AUFNAHME	FEHLER	KORREKTUR
Unschärfe von Strukturen	Patientenbewegung	Den Patienten daran erinnern, dass er stillhalten muss, kürzere Belichtungszeiten verwenden, Röhrenbewegung ist nicht so gravierend wie Patientenbewegung
Mehrfachbilder auf Film	Doppelbelichtung	Belichtete Filme sollten grundsätzlich separat von unbelichteten Filmen aufbewahrt werden, während die Aufnahmen gemacht werden

Tabelle 4 - Fehler während der Belichtung

## Empfohlene Belichtungseinstellungen für intraorale Dentalfilme von KODAK

Bei diesen Einstellungen handelt es sich um Richtwerte, die eventuell an die Konfiguration vor Ort angepasst werden müssen (Ausrüstung, Verarbeitung usw.).

<b>ULTRA-SPEED</b>		Einstellungen	kV mA	50	60	65	65	65	70	70	70	80	
Empfindlichkeitsklasse D				7	7	7,5	8	10	7	8	10	10	
<b>20 cm</b>	Oberkiefer	Schneidezahn		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10	
		Eckzahn		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10	
		Prämolar		1,83	0,73	0,43	0,40	0,32	0,37	0,32	0,26	0,13	
		Molar		2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14	
	Unterkiefer	Schneidezahn		1,14	0,46	0,27	0,25	0,20	0,23	0,20	0,16	0,08	
		Eckzahn		1,14	0,46	0,27	0,25	0,20	0,23	0,20	0,16	0,08	
		Prämolar		1,26	0,50	0,29	0,28	0,22	0,25	0,22	0,18	0,09	
		Molar		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10	
	Bissflügel	Anterior (Schneidezahn)		1,14	0,46	0,27	0,25	0,20	0,23	0,20	0,16	0,08	
		Posterior (Prämolar)		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10	
	Okklusion			2,29	0,91	0,53	0,50	0,40	0,46	0,40	0,32	0,16	
	<b>40 cm</b>	Oberkiefer	Schneidezahn		5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77	0,38
			Eckzahn		5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77	0,38
			Prämolar		7,31	2,93	1,71	1,60	1,28	1,46	1,28	1,02	0,51
			Molar		8,23	3,29	1,92	1,80	1,44	1,65	1,44	1,15	0,58
		Unterkiefer	Schneidezahn		4,57	1,83	1,07	1,00	0,80	0,91	0,80	0,64	0,32
Eckzahn				4,57	1,83	1,07	1,00	0,80	0,91	0,80	0,64	0,32	
Prämolar				5,03	2,01	1,17	1,10	0,88	1,01	0,88	0,70	0,35	
Molar				5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77	0,38	
Bissflügel		Anterior (Schneidezahn)		4,57	1,83	1,07	1,00	0,80	0,91	0,80	0,64	0,32	
		Posterior (Prämolar)		5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77	0,38	
Okklusion			3,66	2,13	2,00	1,60	1,83	1,60	1,28	0,64			

<b>INSIGHT</b>		Einstellungen	kV mA	50	60	65	65	65	70	70	70	80	
Empfindlichkeitsklasse E/F				7	7	7,5	8	10	7	8	10	10	
<b>20 cm</b>	Oberkiefer	Schneidezahn		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04	
		Eckzahn		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04	
		Prämolar		0,82	0,33	0,19	0,18	0,14	0,16	0,14	0,12	0,06	
		Molar		0,93	0,37	0,22	0,20	0,16	0,19	0,16	0,13	0,06	
	Unterkiefer	Schneidezahn		0,51	0,21	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,07	0,04	
		Eckzahn		0,51	0,21	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,07	0,04	
		Prämolar		0,57	0,23	0,13	0,12	0,10	0,11	0,10	0,08	0,04	
		Molar		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04	
	Bissflügel	Anterior (Schneidezahn)		0,51	0,21	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,07	0,04	
		Posterior (Prämolar)		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04	
	Okklusion			1,03	0,41	0,24	0,23	0,18	0,21	0,18	0,14	0,07	
	<b>40 cm</b>	Oberkiefer	Schneidezahn		2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35	0,17
			Eckzahn		2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35	0,17
			Prämolar		3,29	1,32	0,77	0,72	0,58	0,66	0,58	0,46	0,23
			Molar		3,70	1,48	0,86	0,81	0,65	0,74	0,65	0,52	0,26
		Unterkiefer	Schneidezahn		2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14
Eckzahn				2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14	
Prämolar				2,26	0,91	0,53	0,50	0,40	0,45	0,40	0,32	0,16	
Molar				2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35	0,17	
Bissflügel		Anterior (Schneidezahn)		2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14	
		Posterior (Prämolar)		2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35	0,17	
Okklusion			4,11	1,65	0,96	0,90	0,72	0,82	0,72	0,58	0,29		

Hinweis: Bei großen Patienten die Belichtungszeit um etwa 25 % erhöhen, bei Kindern und/oder kleinen Patienten die Belichtungszeit um etwa 30 % verringern.

### Schritt 3: Verarbeitung

#### Entwicklung

Selbst bei den modernsten automatischen Prozessoren, die es heute auf dem Markt gibt, können Fehler während der Verarbeitung auftreten. Viele dieser Fehler stehen mit einer ungeeigneten Filmhandhabung in Zusammenhang. Einige Fehler können jedoch auch am Prozessor selbst liegen. Bei der Verarbeitung handelt es sich um eine chemische Reaktion. Daher gilt:

ERHÖHTE TEMPERATUR =  
STÄRKERE ENTWICKLUNG = DUNKLERER FILM

VERLÄNGERTE ZEIT =  
STÄRKERE ENTWICKLUNG = DUNKLERER FILM

Aus diesen Gründen sollten die Herstellerempfehlungen zu Entwicklungszeit und -temperatur genauestens beachtet werden. Auch bei automatischen Prozessoren sollte nach wie vor die Temperatur des Entwicklers kontrolliert werden, da Heizelemente ausfallen oder zu stark aufheizen können. Die Hinweise zu Verdünnen, Mischen und Einfüllen der Chemikalien sind genau zu beachten. Das Fixiermittel sollte grundsätzlich zuerst in den Prozessor gefüllt werden, da geringfügige Mengen Fixiermittel, die versehentlich in den Entwickler gelangen, die Entwicklerwirkung schwächen können.

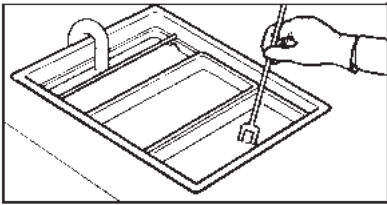
AUFNAHME	ENTWICKLUNGSPROBLEM
Zu hell	Temperatur zu niedrig oder Zeit zu kurz
Zu dunkel	Temperatur zu hoch oder Zeit zu lang
Zu hell	Verunreinigter oder schwacher Entwickler (austauschen oder nachfüllen)
Zu dunkel (Schleierbildung)	Zu hohe Entwicklerkonzentration

Tabelle 5 - Verarbeitungsfehler

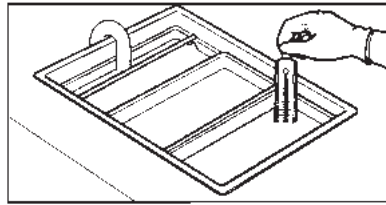
VERUNREINIGTE ODER ERSCHÖPFTE  
CHEMIKALIEN =  
UNVOLLSTÄNDIGE ENTWICKLUNG = HELLER FILM

Der Entwickler muss im Einklang mit den Herstellerempfehlungen nachgefüllt werden, da er sich ansonsten erschöpft. Diese Empfehlungen basieren normalerweise auf der Anzahl der verarbeiteten Röntgenaufnahmen. Wie schnell sich der Entwickler erschöpft, hängt jedoch vom Oberflächenbereich der verarbeiteten Filme, und nicht von der Anzahl der Filme ab. Wenn zahlreiche Panorama- oder Cephalogramme verarbeitet werden, muss der Entwickler häufiger nachgefüllt werden.

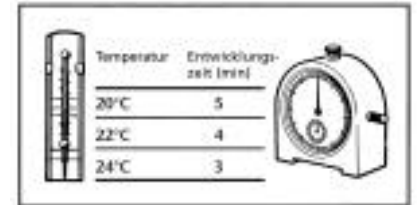
## Manuelle Verarbeitung von intraoralen Kodak Dentalröntgenfilmen



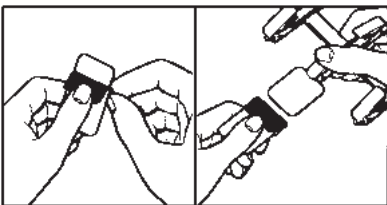
**1 LÖSUNGEN ANMISCHEN**  
Entwickler- und Fixierlösungen gemäß den Hinweisen auf den Behältern verdünnen. Für jede Lösung separate Rührstäbe verwenden, um mögliche Kontamination zu vermeiden. Die Lösungen vorsichtig umrühren. Damit werden gleichmäßige Lösungen und Temperaturen gewährleistet.



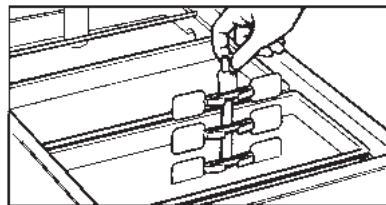
**2 TEMPERATUR DER LÖSUNGEN KONTROLLIEREN**  
Die Temperatur der Lösungen mit einem exakten Thermometer messen. Das Thermometer sorgfältig unter fließendem Wasser abspülen, bevor die andere Lösung kontrolliert wird. Die Entwicklertemperatur sollte in einem Bereich von 18-24° C liegen. Die Temperatur des Fixiermittels der Gebrauchsanweisung entnehmen.



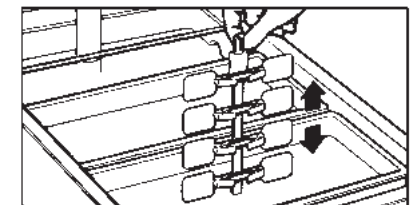
**3 ENTWICKLUNGSZEIT KONTROLLIEREN**  
(Temperatur/Entwicklungszeit (min.)) Die Entwicklungszeit auf der Basis der Temperatur des Entwicklers anhand der vorstehenden Tabelle als Vorbereitung für Schritt 5 kontrollieren. Bei den in der Tabelle angegebenen Zeiten handelt es sich um empfohlene Werte für KODAK Dentalröntgenfilmentwickler.



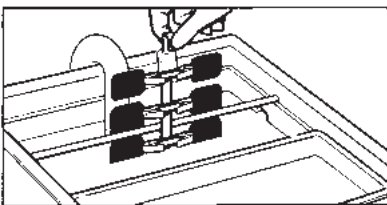
**4 FILM IN HALTER FÜHREN**  
Die Filme aus den Packungen nehmen und vorsichtig in einen Halter mit mehreren Clips führen. Fingerabdrücke, Kratzer und Knicke sind zu vermeiden.



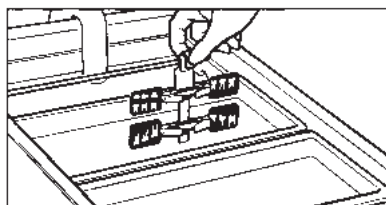
**5 FILME IN ENTWICKLER TAUCHEN UND ZEIT MESSEN**  
Die Filme vorsichtig ununterbrochen eintauchen. Damit wird Streifenbildung verhindert. Die Eintauchzeit messen.



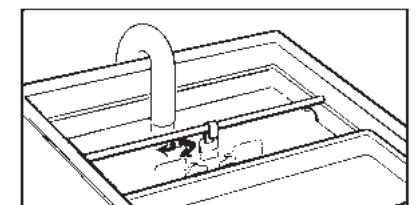
**6 FILME BEWEGEN**  
Den Halter sofort mehrmals anheben und senken (bewegen), um Luftblasen an der Filmoberfläche zu beseitigen.



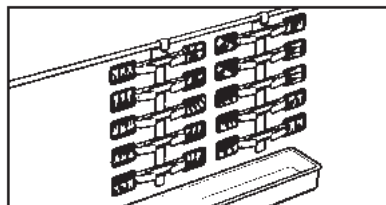
**7 SORGFÄLTIG ZWISCHENWÄSSERN**  
Nach Ablauf der Entwicklungszeit den Halter schnell aus dem Entwickler nehmen und 30 Sekunden lang in das Waschbecken mit sauberem fließendem Wasser bei einer Temperatur von 15-24° C geben. Aus dem Wasser nehmen und über dem Waschbecken abtropfen lassen.



**8 AUSREICHEND FIXIEREN**  
Die Filme in die Fixierlösung tauchen und den Halter kräftig bewegen. Die Filme sollten 10 Minuten lang in der Fixierlösung bleiben. Spezielle Hinweise zu Fixierzeiten und -temperaturen beachten.



**9 SORGFÄLTIG WÄSSERN**  
Den Film im Halter aus der Fixierlösung nehmen und in den Wassertank hängen. Bei fließendem Wasser 10 bis 30 min. wässern. Acht Volumenwechsel pro Stunde werden empfohlen. Extraoraler Film wird 5 Minuten lang abgespült.



**10 TROCKNEN**  
Halter in ein Trockengestell hängen und in einem staubfreien Bereich abstellen. Mit einem Lüfter lässt sich das Trocknen beschleunigen. Wenn die Filme trocken sind, aus dem Halter nehmen, sortieren und identifizieren.

Hinweis: Die angegebenen Zeiten sind bei korrekter Belichtungszeit der intraoralen Filme angemessen.

KODAK Chemikalien für manuelle Verarbeitung

Produkt	Kat. Nr.	Menge/Einheit	Verarbeitung	Eigenschaften
Dental Monobath	508 7911	6 x 500 ml	<b>Entwicklung:</b> 4 - 8 min 20°C (4 min mindestens, empfohlen werden 8 min) <b>Wässern:</b> 10 min 20°C	Gebrauchsfertig
Rapid Access Entwickler	501 0459	6 x 500 ml	<b>Entwicklung:</b> 15 sec. 20°C	Gebrauchsfertig
Rapid Access Fixiermittel	501 0491	6 x 500 ml	<b>Fixieren:</b> 30 - 60 sec. 20°C <b>Wässern:</b> 1 - 2 min 20°C Zum archivieren 10 min wässern	
Dental Entwickler	501 6316	1 x 2,25L	<b>Entwicklung:</b> 6 min 18°C	<b>Konzentrat - Verdünnung erforderlich</b> 1 Fl. Konzentrat + 3 Fl. Wasser  <b>Bitte den gesamten Flascheninhalt auf einmal verdünnen, Reste des Entwicklers oder Fixiermittels oxidieren.</b>
	506 0686	4 x 1L	5 min 20°C 4min 22°C 3 min 24°C <b>Wässern:</b> 30 sec in fließendem Wasser	
Dental Fixierer	501 6308	1 x 2,25L	<b>Fixieren:</b> 10 min 20°C	
	506 0694	4 x 1L	<b>Wässern:</b> 10 min in fließendem Wasser	

KODAK Chemikalien für automatische Verarbeitung

Produkt	Kat. Nr.	Menge/Einheit	Verarbeitung	Eigenschaften
Dental Readymatic Entwickler	524 6970 524 6996	2 x 5L 4 x 2L	Siehe Bedienungsanleitung zum Entwicklungsgerät	Gebrauchsfertig/ Für alle dentalen Entwicklungsgeräte
Dental Readymatic Fixierer	524 6988 524 7002	2 x 5L 4 x 2L		Gebrauchsfertig/ Für alle dentalen Entwicklungsgeräte

## Handhabung

Die Filme müssen während der Verarbeitung sorgfältig unter einer geeigneten Dunkelkammerbeleuchtung gehandhabt werden. Für viele neuere Dentalfilme der Empfindlichkeitsklasse E oder F wird ein rotes Sicherheitsfilter an Tageslichtgeräten an Stelle des üblicheren bernsteinfarbenen Filters empfohlen, wenn das Entwicklungsgerät in einem hell beleuchteten Raum steht. Die Verwendung eines bernsteinfarbenen Filters unter solchen Bedingungen kann zu Schleierbildung auf dem Film führen. Auch beim Einlegen des Films in den Prozessor ist Vorsicht angezeigt. Wenn der Deckel an einem Tageslichtgerät zu schnell geöffnet wird, kann die Raumbelichtung zu Schleierbildung am hinteren Filmrand führen. Es kann 15 bis 20 Sekunden dauern, bis der Film vollständig in eine automatische Entwicklungsmaschine eingeführt wurde. Filme, die zu schnell

oder zu schnell nacheinander eingeführt werden, können sich überlappen und miteinander verkleben. Andere Fehler können durch Risse in der Emulsionsschicht, Fingerabdrücke, statische Aufladung und auf dem Film verschüttete Chemikalien entstehen. Der Film sollte vor der Verarbeitung nur mit sauberen, trockenen, ungepuderten Handschuhen berührt werden. Unverarbeiteter Film darf nicht mit feuchten oder verunreinigten Oberflächen in Berührung kommen, da dies zu Fleckenbildung auf dem Film führen kann. Kodak ClinAsept® Schutzhüllen ermöglichen die Handhabung des Films mit sauberen Händen, wodurch handhabungsbedingte Artefakte erheblich reduziert werden können. Nach der Verarbeitung darf der Film nicht mit Gegenständen in Berührung kommen, bis er vollständig trocken ist, da die feuchten Emulsionsschichten zusammenkleben und sich beim Trennen vom Film lösen können.



Abbildung 28 - Emulsionsriss, weißer Bereich unter der Brücke, wo keine Emulsion zurückgeblieben ist

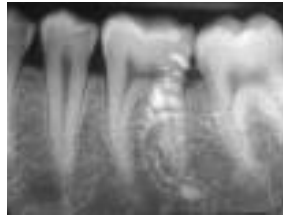


Abbildung 29 - Fingerabdruck, auf dem Finger zurückgebliebenes Fixiermittel hat weiße Markierung auf dem Film zurückgelassen

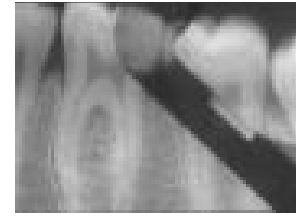


Abbildung 30 - Überlappung von Filmen während der Verarbeitung



Abbildung 31 - Flecken durch unvollständiges Fixieren und Spülen des Films

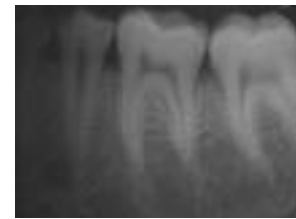


Abbildung 32 - Lichtschleier am linken Filmrand durch zu frühzeitiges Öffnen des Deckels am Tageslichtgerät

## Handhabungsfehler

AUFNAHME	HANDHABUNGSPROBLEM	KORREKTUR
Zu dunkel (ähnlich wie Schleierbildung)	Ungeeignete Dunkelkammerbeleuchtung	Rotes Dunkelkammerfilter bei den neuen empfindlichen Intraoralfilmen, wie etwa INSIGHT®, verwenden
Dunkle Flecken unterschiedlicher Größe: V-förmige, fleckige "Störungen"	Aufbewahrung in feuchten oder zu warmen Bereichen	Film zwischen 10 und 24° C trocken aufbewahren
Dunkles Rechteck auf Film	Überlappung während der Verarbeitung	Filme langsam oder nebeneinander einführen
Dunkler Rand auf Film	Lichteinwirkung, bevor der Film komplett im Prozessor war	15-30 Sekunden warten, nachdem der letzte Film in den Prozessor eingeführt wurde
Fingerabdrücke	Falsche Handhabung	Den Film mit sauberen, trockenen Händen am Rand anfassen
Dunkle Flecken	Entwicklerflecken	Entwickler frisch ansetzen
Weißer Flecken	Fixierflecken	Fixierer frisch ansetzen
Streifen oder Kratzer	Risse in der Emulsionsschicht	Feuchte Filme keinesfalls miteinander oder mit Fingernägeln in Berührung kommen lassen, die feuchte Emulsion ist empfindlich. Filme stets von den äußeren Kanten des Entwicklungsgeräts fernhalten.
Dunkle Flecken im Muster	Rollenmarken	Rollen mit mildem Reinigungsmittel reinigen & sorgfältig spülen oder Reinigungsfilm für Rollentransportmechanismus verwenden
Dunkle, kometenförmig verzweigte Flecken	Statische Aufladung (am ehesten in den Wintermonaten)	Befeuchter zugeben und/oder Packungen langsam öffnen, um statische Entladung auf ein Minimum zu reduzieren

Tabelle 6 - Handhabungsfehler



## Zusammenfassung der Fehler bei der intraoralen Radiographie

Zähne elongiert, Zahnhöcker nicht überlappend, Sinusstrukturen oder untere Grenzlinie des Unterkiefers sichtbar	Übermäßige vertikale Winkelbildung, Filmpositionierung korrigieren
Kontakte der Zähne überlappend	Fehlerhafte horizontale Winkelbildung, Kontaktflächen vorstellen und Strahlengang anpassen
Dunkle Linien in Filmecke	Film gebogen, Verwendung von Super Polysoft® Filmen und korrekte Positionierung können das Biegen des Films überflüssig machen
Unbelichteter Bereich an einem Filmrand, bogenförmig oder gerade	Tubusschatten, Einstellhilfe verwenden
Film weist geringe Dichte auf, ungewöhnliches Muster über dem Film ("Reifenspuren" oder "Fischgräten")	Film wurde umgedreht und durch die Rückseite belichtet, Muster stammt von Bleifolie
Zu dunkel  (Schleierbildung) (ähnlich wie Schleierbildung)	Belichtung zu lang kV zu hoch Prozessortemperatur zu hoch Entwicklungszeit zu lang Überkonzentrierter Entwickler Ungeeignete Dunkelkammerbelichtung
Zu hell	Belichtung zu kurz kV zu niedrig Prozessortemperatur zu niedrig Entwicklungszeit zu kurz Verunreinigter oder schwacher Entwickler (auswechseln oder nachfüllen)
Zu viel Kontrast	kV zu niedrig
Zu verwaschen oder grau	kV zu hoch
Unschärfe Strukturen	Patientenbewegung
Mehrfachbilder auf Film	Doppelbelichtung
Fleckige "Störungen"	Feucht oder zu warm aufbewahrt
Dunkler rechteckiger Bereich auf Film	Überlappung während der Verarbeitung
Dunkler Rand auf Film	Lichteinwirkung vor kompletter Einführung in den Prozessor
Fingerabdrücke	Film mit sauberen, trockenen Händen an den Rändern anfassen
Dunkle Flecken	Entwicklerflecken
Weißer Flecken	Fixierflecken
Klare Streifen, Flecken oder Kratzer	Risse in der Emulsionsschicht
Dunkle Flecken in Muster	Verschmutzte Rollen des Entwicklungsgeräts
Dunkle Flecken unterschiedlicher Form oder im Kometenmuster	Statische Aufladung durch zu trockene Umgebung

Tabelle 7 - Zusammenfassung der Fehler bei der intraoralen Radiographie





KODAK DENTAL

Hedelfinger Strasse 60

70327 Stuttgart

GERMANY

Tel. ++ 49 711 406 3910

Fax ++ 49 711 406 3331



DENTAL