

KNMT-RICHTLIJN TANDHEELKUNDIGE RADIOLOGIE

Utrecht, juli 2018

COLOFON

De KNMT-richtlijn Tandheekundige radiologie is een uitgave van:
Koninklijke Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheekunde (KNMT).

Praktijkrichtlijn

Een praktijkrichtlijn is een leidraad voor de tandheekundige praktijkvoering, zoveel mogelijk aangevuld met voorbeelden van formulieren, reglementen en informatie voor de patiënt. Een tandarts kan een praktijkrichtlijn naar eigen inzicht aanpassen voor de eigen praktijk. De praktijkrichtlijnen zijn opgesteld door de KNMT.

Eindredactie

KNMT, Utrecht

Productie

JCP Communicatie, IJsselstein
KNMT, Utrecht

Koninklijke Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheekunde (KNMT)
Orteliuslaan 750, Postbus 4141
3502 HC Utrecht
telefoon: 030 607 6276
e-mail: info@knmt.nl
website: www.knmt.nl

INHOUDSOPGAVE

<u>Overzicht van kernpunten</u>	3
Organisatorisch – scholing	3
Organisatorisch – vergunning of registratie	3
Organisatorisch – eisen aan apparatuur	3
Organisatorisch – verantwoordelijkheidsstructuur en procedures	3
Stralingsbescherming – rechtvaardiging	4
Stralingsbescherming – optimalisatie (ALADA).....	4
Conebeam CT	4
<u>1. Inleiding</u>	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Gebruikers van de KNMT-richtlijn	5
1.3 Doel van de KNMT-richtlijn	5
1.4 Toelichting op de KNMT-richtlijn	5
1.5 Uitgangspunten.....	6
1.6 Inhoud en leeswijzer.....	7
<u>2. Stralingsbescherming – organisatorisch</u>	8
2.1 Scholing	8
2.2 Vergunning of registratie toestaan.....	10
2.3 Eisen aan apparatuur.....	11
2.4 Verantwoordelijkheidsstructuur	12
2.5 Procedures	13
<u>3. Stralingsbescherming – basisprincipes</u>	14
3.1 Basisprincipes	14
3.2 Rechtvaardiging	14
3.3 Optimalisatie	16
3.4 Dosislimieten	19
3.5 Stralingsrisicoanalyse	20
<u>4. Conebeam CT</u>	22
4.1 Europese basisprincipes EADMF	22
4.2 Radiation Protection 172 guideline	23
<u>5. Mobiele röntgentoestellen</u>	24

<u>6. Verantwoording</u>	25
6.1 Samenstelling werkgroep.....	25
6.2 Belangenverstrengeling.....	25
6.3 Financiering.....	25
6.4 Werkwijze.....	25
<u>Gebruikte afkortingen en begrippen</u>	26
<u>Bijlage I</u> Kerncompetentie TMS (tandheelkunde basisniveau).....	27
<u>Bijlage II</u> Kerncompetenties TMS (Conebeam CT).....	29
<u>Bijlage III</u> Europese basisprincipes gebruik Conebeam CT.....	31
<u>Bijlage IV</u> De inhoud van het KEW-dossier.....	32
<u>Bijlage V</u> Risicoanalyse stralingstoepassingen.....	33
<u>Bijlage VI</u> Prestatietest.....	34
<u>Bijlage VII</u> Voorbeeldprotocollen voor het vervaardigen van intra- en extraorale opnamen.....	37

Overzicht van kernpunten

Hieronder vindt u een overzicht van kernpunten uit de KNMT-richtlijn Tandheelkundige radiologie.

Door te klikken op de onderstreepte kopjes van de kernpunten of andere onderstreepte tekst wordt u doorgeleid naar de betreffende tekst in dit document dan wel naar externe websites of pdf-bestanden waar u meer informatie kunt vinden.

Voor de gebruikte afkortingen en begrippen wordt u verwezen naar de betreffende lijst van '[Gebruikte afkortingen en begrippen](#)'.

Organisatorisch – scholing

- De tandarts dient te zijn opgeleid tot Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming voor tandheelkunde basisniveau (TMS thk basis) (voorheen stralingsdeskundige niveau 5A/M), zodat de medische deskundigheid altijd wordt ondersteund door specifieke kennis op het gebied van de stralingsbescherming. Het opleidingsinstituut waar deze deskundigheid wordt verkregen dient te zijn erkend door de ANVS.
- De medisch deskundigen (conform wet BIG) dienen daarin aantoonbaar geschoold te zijn bij een erkende instelling. Tevens dient passende bij- en nascholing (minimaal 4 nascholingsuren per vijf jaar) gevolgd te worden en dient deze scholing en nascholing gedocumenteerd te worden (in het KernEnergieWet-dossier (KEW-dossier)).
- Diegenen die in de context van taakdelegatie röntgenopnamen maken, dienen hiertoe een externe opleiding radiologische opnametechniek te hebben afgerond.
- Voor de medisch deskundigen die ook Conebeam CT opnamen indiceren en maken geldt een nascholingseis van minimaal 8 nascholingsuren per vijf jaar. De gevolgde nascholing dient gedocumenteerd te worden (in het KEW-dossier).
- Voor de (blootgestelde) werknemer die in opdracht röntgenopnamen maakt (bijv. tandartsassistent) geldt een nascholingseis van minimaal 1 nascholingsuur per vijf jaar.

N.B. Genoemde minimale scholingseisen betreffen de invulling van de voorwaarden van de nascholing die de overheid verwacht van de beroepsgroep.

Organisatorisch – vergunning of registratie

- Voordat een röntgentoestel in gebruik wordt genomen¹, dient de overheid (i.c. de ANVS) op de hoogte te worden gebracht van de aanwezigheid van het toestel in de praktijk. Het toestel dient te worden geregistreerd (voorheen: melding). Ieder toestel, ook in het verleden al gemelde toestellen, dient te worden geregistreerd.
- Alle Conebeam CT toestellen voor tandheelkundige toepassing zijn per 6 februari 2018 vergunningplichtig.

Zowel voor de [registratie](#) als voor de [vergunning](#) van röntgentoestellen heeft de ANVS online formulieren beschikbaar. Middels deze formulieren kan de tandarts-TMS thk basis, die de beschikking heeft over de resultaten van de stralingsrisicoanalyse van zijn praktijk, eenvoudig zelf de registratie en vergunning van de toestellen regelen.

Organisatorisch – eisen aan apparatuur

- Een acceptatietest en prestatietesten (de jaarlijkse controles van het toestel) zijn verplicht. De uitslagen ervan worden in het KEW-dossier bewaard. Indien in het verleden geen acceptatietest is gedaan bij installatie van het röntgentoestel geldt de eerste prestatietest als referentie.

Organisatorisch – verantwoordelijkheidsstructuur en procedures

- Alle relevante administratie aangaande de röntgentoestellen en stralingsrisico's wordt samengebracht in het KEW-dossier. De naam van de stralingsbeschermingsdeskundige dient in het KEW-dossier opgenomen te zijn. Een overzicht van de zaken die in het KEW-dossier voorhanden moeten zijn, is weergegeven in [bijlage IV](#).
- De ondernemer zorgt er voor dat er op de plek waar de stralingshandelingen (röntgenopnamen) plaatsvinden een TMS thk basis aanwezig is. In de tandheelkunde zijn de rollen van TMS thk basis en medisch deskundige meestal in één en dezelfde persoon gecombineerd.

¹ Volgens bijlage 1 van het Bbs wordt gesproken over 'handelingen' met het toestel. Onder handeling wordt verstaan: het bereiden, voorhanden hebben, bewerken, toepassen of zich ontdoen van een bron. Dit betekent dat een autorisatie (vergunning of registratie) al moet zijn verleend voordat het toestel geleverd wordt. Formeel geldt voor 'in gebruik nemen': voordat een handeling met een röntgentoestel wordt verricht (zoals genoemd in de categorieën die zijn opgesomd in artikelen 3.8 en 3.10 van het Bbs).

- Voor het in opdracht maken van röntgenopnamen zijn schriftelijke instructies opgesteld door de TMS thk basis, waarin de werkwijze en verantwoordelijkheden worden beschreven. De uitvoerenden hebben instructie gekregen van de TMS thk basis en zijn zich van hun verantwoordelijkheid bewust; de opdrachtgever heeft zich vergewist van hun kennis en vaardigheid.
- De blootgestelde werknemer is een persoon die door zijn werkzaamheden in de praktijk een effectieve stralingsdosis kan oplopen die hoger is dan 1 millisievert per jaar. Indien een medewerker als blootgestelde werknemer wordt geclassificeerd dan dient er persoondosimetrie te worden verricht, de bekende 'badge'.
- In het patiëntendossier moet worden vastgelegd welke zorgverlener de opname heeft gemaakt.

Stralingsbescherming – rechtvaardiging

- De afweging of een röntgenopname noodzakelijk is, mag pas worden gemaakt nadat een klinisch onderzoek heeft plaatsgevonden waaruit een vraagstelling voorkomt die niet anders dan met behulp van röntgendiagnostiek kan worden beantwoord. De reden dient vast gelegd te worden in het patiëntendossier (indicatie rechtvaardiging).
- Het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) geeft daarbij ook aan dat bij rechtvaardiging noodzaak bestaat tot het raadplegen van eerdere gegevens (medisch dossier en röntgenopnamen) van de patiënt.
- De patiënt wordt vooraf geïnformeerd over de reden voor het maken van een röntgenopname.
- In het patiëntendossier worden de bevindingen die op de opname zijn geconstateerd vastgelegd en ook waarnemingen die op deze opnamen zichtbaar zijn en die buiten het deskundigheidsgebied van de zorgverlener vallen, maar waarvoor verwijzing naar een andere zorgverlener nodig of wenselijk is. Dit heeft betrekking op de bevindingen die afwijken van het normale en waarvan men redelijkerwijs kan vermoeden dat deze behandeling behoeven.
- De herhalingsfrequentie van bitewing-opnamen en de keuze van de meest geschikte opnametechniek worden bepaald aan de hand van de individuele diagnostische vraagstelling.

Stralingsbescherming – optimalisatie (ALADA)

- In geval er bij kinderen röntgenopnamen worden gemaakt, dient er bijzondere aandacht aan de gebruikte technieken te worden besteed. In praktische zin betekent dit in de tandheelkunde dat belichtingstijden (intraorale opnamen) dienen te worden aangepast (verlaagd), de veldgrootte en overige instellingen (panoramaopnamen) dienen te worden aangepast (kleiner veld, lager kilovoltage, lager milliamperage) en dat beschermingsmaatregelen dienen te worden getroffen, zoals afscherming van de schildklier en de hersenen bij schedelprofielopnamen.

Conebeam CT

- Alle Conebeam CT toestellen voor tandheelkundige toepassing zijn per 6 februari 2018 vergunningplichtig. Als voor een röntgentoestel in een praktijk een vergunning moet worden aangevraagd vallen de overige in de praktijk aanwezige toestellen automatisch onder dezelfde vergunning. Uiteraard dienen deze overige toestellen wel in de vergunning te worden opgenomen.
- Iedere tandarts die Conebeam CT-opnamen (in eigen beheer) maakt moet tenminste beschikken over deskundigheid op het niveau TMS-tandheelkunde Conebeam CT.
- Conebeam CT toestellen mogen alleen maar worden geïnstalleerd in een voldoende afgeschermd ruimte.
- Bij toepassing van Conebeam CT is deskundigheid vereist voor het instellen van de juiste opnameparameters.
- Tandartsen die niet zelf een Conebeam CT toestel gebruiken maar wel verwijzen voor het laten maken van Conebeam CT opnamen zullen kennis moeten hebben van de toepassing. Die kennis bestaat minimaal uit: indicaties voor Conebeam CT onderzoek in de tandheelkunde, stralingsbelasting van Conebeam CT in relatie met diagnostische vraagstelling en basale kennis van diagnostiek op Conebeam CT beelden.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De KNMT-richtlijn Tandheelkundige radiologie vindt zijn basis in de vigerende wetgeving, richtlijnen en wetenschappelijke literatuur op het gebied van de stralingsbescherming en radiologie en vat de voorwaarden voor het gebruik van röntgenstraling in de tandheelkunde op relevante zaken samen.

De stralingswetgeving is per 6 februari 2018 op onderdelen aangepast. Het [Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming](#) (Bbs) vervangt het Besluit stralingsbescherming (Bs). In deze regeling zijn drie nieuwe ministeriele regelingen verwerkt. Deze wetgeving is gebaseerd op Euratom richtlijn 2013/59 welke in de gehele Europese Unie in nationale wetgeving dient te worden omgezet en uitgewerkt.

De overheid stelt met het Bbs een wettelijk kader dat door de diverse beroepsgroepen verder dient te worden geduid en ingevuld op het specifieke aandachtsgebied van de betreffende beroepsgroep.

Deze richtlijn 'vertaalt' de wetgeving naar de tandheelkundige radiologische toepassing en geeft duiding en invulling aan de wettekst. Daartoe zijn behalve de wetteksten ook Europese richtlijnen geraadpleegd en is advies ingewonnen bij experts in het veld, waaronder de ANVS, de tandheelkundige beroepsverenigingen KNMT en ANT, de NVDMFR en universiteiten.

1.2 Gebruikers van de KNMT-richtlijn

Deze KNMT-richtlijn is bedoeld voor de praktijkhouders en (tandarts-)medewerkers van een tandarts- en tandartsspecialistenpraktijk. Indien in de richtlijn gesproken wordt over tandartsen, tandheelkunde, tandartspraktijk, dan valt hieronder ook: orthodontisten en MKA-chirurgen.

1.3 Doel van de KNMT-richtlijn

De KNMT-richtlijn Tandheelkundige radiologie is gericht op een verantwoorde en effectieve uitvoering van de röntgendiagnostiek in de tandheelkunde en geeft aanbevelingen voor een juiste toepassing van röntgenstraling in het kader van de tandheelkundige diagnostiek.

De KNMT-richtlijn heeft tot doel om bij te dragen aan een veilige toepassing van straling ter bescherming van zowel praktijkmedewerkers als patiënten en andere personen die zich in of om de praktijk bevinden.

Verder biedt de richtlijn ondersteuning aan de tandarts als Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming tandheelkunde basisniveau (TMS thk basis) om in voorkomende gevallen keuzes te kunnen maken.

1.4 Toelichting op de KNMT-richtlijn

Röntgenopnamen worden frequent gebruikt in de tandheelkunde. Ze bieden informatie over de tandheelkundige gezondheidssituatie van de patiënt die op een andere wijze niet verkregen kan worden. Deze informatie dient te worden gebruikt als aanvulling op de klinische informatie ter ondersteuning van de diagnostiek en de behandelplanning. Naar schatting worden er in Nederland per jaar tussen de 8 en 10 miljoen röntgenfoto's (intraorale en panoramische opnamen) vervaardigd in de tandheelkunde. Het is bekend dat blootstelling aan röntgenstraling nadelige effecten kan hebben. Per tandheelkundige opname is de blootstelling aan röntgenstraling (effectieve dosis) voor de individuele patiënt weliswaar gering, maar de hoge frequentie van de opnamen in de praktijk maakt het noodzakelijk een optimale werkwijze bij de toepassing van röntgenstraling in acht te nemen. De totale dosis voor de bevolking als geheel is door [het grote aantal opnamen](#) wel significant.

Stralingsbeschermende maatregelen betreffen:

- De patiënt;
- De tandarts;
- Overige praktijkmedewerkers en personen aanwezig in de praktijk en;
- Personen in de omgeving (buiten de terreingrens van het praktijkpand).

De tandarts is als regisseur van het zorgproces én TMS thk basis daarbij de eerst verantwoordelijke voor een goede uitvoering van de procedures die betrekking hebben op zowel een effectieve toepassing van de stralingsbescherming als een adequate röntgendiagnostiek. In het Bbs is geregeld aan welke deskundigheidseisen de tandarts dient te voldoen. Tevens is daarin geregeld dat de goede werking van de röntgenapparatuur gecontroleerd dient te worden.

1.5 Uitgangspunten

Voor de richtlijn Tandheelkundige radiologie is als uitgangspunt genomen dat de tandarts de regisseur is binnen de tandheelkundige zorg. Deze centrale rol is gebaseerd op de bevoegdheden en verantwoordelijkheden die de tandarts vanuit de wetgeving heeft gekregen. De titelbescherming als tandarts conform de wet BIG en de daaruit voortvloeiende bevoegdheid die de tandarts heeft om zelfstandig voorbehouden handelingen uit te voeren, in combinatie met de tandheelkundige studie waarin de kerncompetenties voor toezichthoudend medewerker stralingsbescherming in de tandheelkunde (TMS tandheelkunde basisniveau, voorheen stralingsdeskundigheidsniveau 5 A/M) zijn opgenomen, vormen hiervoor de basis.

In de praktijk is de tandarts de eerstverantwoordelijke voor de veilige en juiste toepassing van röntgenstraling ten behoeve van diagnostiek. Onder bepaalde voorwaarden kunnen taken gedelegeerd worden, maar de tandarts blijft te allen tijde de eindverantwoording houden. In de praktijk kunnen tandartsen zowel als werkgever/ ondernemer en als werknemer functioneren.

De werkgever/ondernemer heeft de eindverantwoordelijkheid voor de stralingsbescherming en laat zich adviseren door een stralingsbeschermingsdeskundige. De TMS thk basis of Conebeam CT houdt in opdracht van de werkgever/ ondernemer vervolgens lokaal toezicht op het veilig werken met röntgenstraling.

Dat geldt ook voor een praktijkhouder die geen tandarts is; deze mag het apparaat wel aanschaffen, maar hij mag er niets mee doen. Dat moet onder toezicht van de TMS die hij moet aanwijzen/benoemen.

Onderstaand schema geeft de verantwoordelijkheden schematisch weer, zie ook [hoofdstuk 2, paragraaf 2.4](#).

Ondernemer	Is verantwoordelijk voor de omstandigheden om stralingshandelingen veilig uit te kunnen voeren, op advies van de stralingsbeschermingsdeskundige (SBD).
Stralingsbeschermingsdeskundige (SBD)	Oefent toezicht uit op de stralingsbescherming in de praktijk o.a. door beoordeling stralingsrisicoanalyse en adviezen over naleving Bbs.
Toezi chthoudend Medewerker Stralingsbescherming (TMS)	Geeft instructies om stralingshandelingen veilig uit te kunnen voeren en houdt hierbij lokaal toezicht of voert de handelingen zelf uit.
(Blootgestelde) werknemer	Voert de daadwerkelijke opname uit, indien aantoonbaar voldoende extern geschoold hiervoor, volgens de instructies van de Toezi chthoudend Medewerker Stralingsbescherming thk basis (TMS).

Mondhygiënisten

Het toepassen van röntgenstralen is een voorbehouden handeling die mondhygiënisten niet functioneel zelfstandig mogen uitvoeren (dus alleen in opdracht van de tandarts). Het uitvoeren van tandheelkundig beeldvormend diagnostisch onderzoek maakt onderdeel uit van het deskundigheidsgebied van mondhygiënisten, voor zover het binnen het wettelijk omschreven deskundigheidsgebied blijft.

Als de nieuwe AMvB met betrekking tot taakherschikking van kracht wordt, zullen de geregistreerde zelfstandig werkende mondhygiënisten wel de bevoegdheid hebben om handelingen met een röntgentoestel te doen, röntgenopnamen te indiceren, te maken en te beoordelen, mits zij de opleiding tot TMS thk basis volledig hebben afgerond.

Assistenten

Het instellen van röntgenapparatuur en het daadwerkelijk maken van de intraorale, panoramische en schedelprofiel opname (zie [bijlage VII protocol](#)) kan worden opgedragen aan tandartsassistenten mits:

- De tandarts zich ervan heeft vergewist dat de assistent bekwaam is voor het uitvoeren van deze handelingen
- De tandartsassistent een externe opleiding radiologische opnametechniek heeft afgerond met een certificaat/diploma.
- De tandartsassistent zichzelf deskundig en bekwaam en in staat acht de opdracht uit te voeren: in het algemeen wordt aangenomen dat voor het bewijzen van bekwaamheid tenminste noodzakelijk is dat er toezicht door derden (professionals in het opleidingscircuit) op de opleiding is (2008-01-IGZ, RTC Amsterdam 04/107T). En de werking van het toestel beheerst.

Als bewijs voor bekwaamheid dient de tandartsassistent aan te tonen dat een degelijke scholing op het gebied van röntgenopnametechniek is gevolgd. De inhoud van de additionele cursus bestaat ten minste uit:

Kennis omtrent:

- Eigenschappen van straling.
- Gevaren van straling.
- Bescherming tegen straling.
- Basale anatomie en röntgenanatomie.
- Herkennen van fouten in opname en filmverwerking.
- Gebruik apparatuur.

En uit vaardigheid in:

- Plaatsen van film of sensor m.b.v. instelapparatuur en richten van röntgentoestel voor bitewing- en solo-röntgenfoto's.
- Plaatsen en voorbereiden van de patiënt voor een panoramische opname.
- Het bedienen van de apparatuur.

Opmerking 1:

Als de assistente een mbo-opleiding tandartsassistente (met radiologische opnametechnieken in het curriculum) heeft gevolgd is verdere opleiding niet noodzakelijk. Ook mondhygiënisten en tandartsassistenten die opnamen maken dienen elke vijf jaar bij- en nascholing te volgen.

1.6 Inhoud en leeswijzer

De KNMT-richtlijn Tandheelkundige radiologie is een herziening van de richtlijn Tandheelkundige radiologie (2015) naar aanleiding van het nieuwe Bbs. Daarmee vervalt de 'oude' richtlijn Tandheelkundige radiologie. Met deze herziening vervalt tevens het NMT-standpunt; CBCT in de mondzorg (2012). De nieuwe inzichten zijn mee genomen in hoofdstuk 4.

De volgorde van de inhoudelijke hoofdstukken volgt de lijn van het Bbs en is daarmee anders dan de volgorde die in de 'oude' richtlijn Tandheelkundige radiologie gehanteerd werd.

In de 'blauwe kaders' bij ieder hoofdstuk wordt de wettekst weergegeven. Deze wordt vervolgens door de werkgroep geduid in de tekst eronder.

Onderstreepte tekst is doorgelinkt naar andere stukken tekst, bijlagen, externe documenten of websites.

2. Stralingsbescherming – organisatorisch

2.1 Scholing

Bbs artikel 8.4 (verantwoordelijkheid)

1. De ondernemer draagt ervoor zorg dat elke medische blootstelling plaats vindt onder de verantwoordelijkheid van een medisch deskundige die voldoet aan artikel 5.14.
2. De ondernemer of de medisch deskundige kan de praktische aspecten van medisch-radiologische procedures delegeren, indien gepast en in overeenstemming met artikel 38 van de Wet op de beroepen in de individuele gezondheidszorg, aan een of meer personen die bevoegd zijn om ter zake werkzaam te zijn op een erkend specialisatiegebied.
3. Voorts draagt de ondernemer ervoor zorg dat de medisch deskundige of de persoon die in opdracht van die deskundige de blootstellingen, bedoeld in artikel 8.16, eerste lid, verricht, hiervoor een passende opleiding heeft gevolgd.

Bbs artikel 5.7 (toezichthoudend medewerker stralingsbescherming)

1. De ondernemer zorgt ervoor dat aan een in zijn onderneming werkzame toezichthoudend medewerker stralingsbescherming:
 - a. adequate opleiding, training en voorlichting op het gebied van de stralingsbescherming specifiek voor de toepassing wordt gegeven, en
 - b. regelmatig toepassing specifieke bij- en nascholing wordt gegeven.
2. De ondernemer houdt een administratie bij waarin de wijze van uitvoering van het vierde lid wordt gedocumenteerd en houdt deze ter beschikking van de krachtens artikel 58 van de wet aangewezen ambtenaren.

Bbs artikel 5.14 (opleiding, training en voorlichting op het gebied van medische blootstelling)

1. De ondernemer zorgt ervoor dat medisch deskundigen en andere personen die betrokken zijn bij de praktische onderdelen van medisch-radiologische procedures, een passende opleiding, training en voorlichting krijgen met het oog op medisch-radiologische handelingen en passende bekwaamheden met betrekking tot stralingsbescherming ontwikkelen. Medisch deskundigen volgen deze opleiding, training en voorlichting bij een erkende instelling als bedoeld in artikel 5.11.
2. Personen die opleidingen en trainingen als bedoeld in het eerste lid volgen, kunnen deelnemen aan de toepassing in de praktijk van de in hoofdstuk 8 (Bbs) genoemde medisch-radiologische procedures.
3. Deskundigen en personen als bedoeld in het eerste lid volgen passende bij- en nascholing.

De medisch deskundige is altijd verantwoordelijk voor de medische stralingsblootstelling.

In de tandheelkunde is ervoor gekozen tandartsen op te leiden tot toezichthoudend medewerker stralingsbescherming tandheelkunde basisniveau (TMS thk basis) (voorheen stralingsdeskundige niveau 5A/M), zodat de medische deskundigheid altijd wordt ondersteund door specifieke kennis op het gebied van de stralingsbescherming. Hierdoor zal het in de praktijk niet nodig zijn om naast de tandarts nog een andere medewerker aan te stellen als TMS stralingsbescherming.

Voor tandartsen die werken met een Conebeam CT is een aanvullende opleiding nodig: TMS-tandheelkunde, Conebeam CT. Daarnaast dient de tandarts ook passende bij- en nascholing te volgen. De inhoud van de bij- en nascholing wordt vastgesteld door de beroepsvereniging. De bij- en nascholing moet minimaal eenmaal in de vijf jaar herhaald worden.

Conform artikel 5.7 en 5.14 dienen zowel de toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming als de medisch deskundigen en degenen die in de context van taakdelegatie röntgenopnamen maken aantoonbaar geschoold te zijn. Tevens dient passende bij- en nascholing gevolgd te worden, deze scholing en nascholing dient te worden gedocumenteerd in het KEW-dossier. Gebaseerd op de eisen die gesteld worden aan de nascholing van stralingsbeschermingsdeskundigen is het interval van deze bij- en nascholing gesteld op 5 jaar. Dit interval geldt voor toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming, medisch deskundigen en medewerkers die op basis van taakdelegatie röntgenopnamen maken. De uitgebreidheid van de bij- en nascholing varieert echter en wordt uitgedrukt in nascholingsuren, zie hiervoor onderstaand overzicht.

Overzicht voorwaarden* bij- en nascholing

Rol	Nascholingsvoorwaarden
TMS - tandheekunde, basisniveau	minimaal 4 nascholingsuren per 5 jaar
Medisch deskundige i.g.v. registratieplichtige toestellen	minimaal 4 nascholingsuren per 5 jaar (te combineren met nascholing TMS - Thk basis)
(Blootgestelde) werknemer die in opdracht röntgenopnamen maakt	minimaal 1 nascholingsuur per 5 jaar
TMS - tandheekunde, ConebeamCT	minimaal 8 nascholingsuren per 5 jaar
Medisch deskundige i.g.v. vergunningplichtige toestellen	minimaal 8 nascholingsuren per 5 jaar (te combineren met nascholing TMS - Thk Conebeam CT)
*Dit betreft de invulling van de voorwaarden van de nascholing die de overheid verwacht van de beroepsgroep.	

Voor deze bij- en nascholing kan gekozen worden uit het brede spectrum van onderwerpen met een relatie met radiologie en stralingsbescherming. Bovendien kan de bij- en nascholing bijvoorbeeld bestaan uit zowel het volgen van een cursus, webinar of uit het doornemen van een artikel inclusief het maken van bijbehorende kennistoets. Aan cursusaanbieders wordt geadviseerd om bij hun aanbod te vermelden aan welke kerncompetenties (zie bijlage I en II) het betreffende aanbod bijdraagt.

Het opleidingsinstituut waar de opleiding tot TMS thk basis en Conebeam CT wordt aangeboden dient te zijn erkend door de ANVS (art. 5.11 Bbs). De kerncompetenties voor de respectievelijke opleidingen TMS tandheekunde basisniveau en TMS tandheekunde Conebeam CT zijn opgenomen als [bijlage I](#) en [II](#) bij deze richtlijn.

De opleiding tot TMS tandheekunde basis is bedoeld om toezicht te kunnen houden en verantwoordelijk te kunnen zijn voor alle tandheekundige radiologische toepassingen met uitzondering van Conebeam CT. De opleiding TMS tandheekunde Conebeam CT voegt daar nog aan toe de verantwoordelijkheid voor een Conebeam CT toestel. Tandartsen en tandarts-specialisten die verwijzen voor röntgenopnamen, dus niet zelf de verantwoordelijkheid voor een toestel en indicatiestelling van opnamen hebben, zijn niet genoodzaakt de kwalificatie 'toezichhoudend medewerker stralingsbescherming' te bezitten.

In de praktijk zal dat vooral situaties betreffen waarbij tandartsen en – specialisten verwijzen voor het vervaardigen van een röntgenonderzoek, bijvoorbeeld Conebeam CT of CT.

In die situaties wordt de verwijzend tandarts(specialist) dus enkel gezien als medisch deskundige en is hij/zij voor de toepassing waarvoor hij verwijst geen TMS.

Echter ook in de verwijssituatie worden er eisen gesteld aan de deskundigheid van de medisch deskundige, zodat de verwijzing adequaat wordt gesteld. Zie hiervoor het hoofdstuk '[rechtvaardiging](#)'.

Voor tandartsen die buiten Nederland, maar in de Europese Unie, zijn opgeleid geldt dat zij over een diploma of certificaat dienen te beschikken, behaald bij instelling of opleiding die is erkend of aangewezen door een andere lidstaat van de Europese Unie of andere staat die partij is bij de Overeenkomst betreffende de Europese Economische Ruimte of Zwitserland (Bbs artikel 5.8).

Bovendien vereist de Inspectie Gezondheidszorg en Jeugd in oprichting (IGJ i.o.) dat voldaan wordt aan het gestelde in EU-richtlijn Radiation protection 175², waarin kennis van nationale en lokale regelgeving wordt verwacht.

Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan zaken als de toepassing in rechthoekige collimatie, onderbouwing van de indicatiestelling, invulling van de prestatietests, etc. Naar verwachting beslaat deze bijscholing ongeveer 6 uren. Tandartsen van buiten de Europese Unie die in Nederland als tandarts willen werken vallen onder regelgeving die de scope van deze richtlijn te buiten gaat.

² Radiation protection N° 175, Guidelines on radiation protection education and training of medical professionals in the European Union, Directorate-General for Energy, Directorate D — Nuclear Safety & Fuel Cycle, Unit D.3 — Radiation Protection, 2014.

2.2 Vergunning of registratie toestellen

Voordat een röntgentoestel in gebruik wordt genomen³ dient de overheid (i.c. de ANVS) op de hoogte te worden gebracht van de aanwezigheid van het toestel in de praktijk. Het toestel (formeel de handeling met het toestel) dient te worden geregistreerd (voorheen: melding). Ieder toestel, ook in het verleden al gemelde toestellen, dient te worden geregistreerd⁴.

Artikel 3.8 geeft aan dat vergunningplicht geldt voor onder meer handelingen met een toestel waarbij blootstelling van personen plaats vindt voor diagnostische doeleinden, tenzij voor de specifieke handeling een registratieplicht geldt. Artikel 3.10 geeft vervolgens aan welke handelingen registratieplichtig zijn; onder meer: handelingen met een toestel dat gebruikt wordt voor tandheelkundige diagnostiek, uitsluitend voor zover het tandheelkundige toepassingen betreft waarbij blootstelling van personen plaats vindt, op een vaste locatie, met uitzondering van een toestel dat gebruik maakt van computertomografietechniek (Conebeam CT toestel dus).

Voor Conebeam CT toestellen is het onderscheid in toestellen met een maximale hoogspanning onder 100 kilovolt of erboven komen te vervallen. In de praktijk zal dit voor tandartsen vrijwel alleen gevolgen hebben voor de handelingen met Conebeam CT toestellen (vergunningplicht).

Alle Conebeam CT toestellen voor tandheelkundige toepassing zijn per 2018 vergunningplichtig (Bbs art. 3.5 en 3.8).

Als gebruik wordt gemaakt van een mobiel röntgentoestel op verschillende locaties (bv. een handheld röntgentoestel, zie [hoofdstuk 5](#)) dan dient voor dit toestel (=deze handeling) ook een vergunning te worden aangevraagd omdat een registratie alleen geldt voor gebruik van een toestel op een vaste locatie.

Het gebruik van een röntgentoestel voor onderwijsdoeleinden valt conform artikel 3.8 ook onder de vergunningplicht. Ook handelingen met een toestel ten behoeve van het installeren, het ontmantelen en het verrichten van reparaties, onderhoud en kwaliteitscontrole, vallen conform artikel 3.8 onder de vergunningplicht.

Als voor een röntgentoestel in een praktijk een vergunning moet worden aangevraagd vallen de overige in de praktijk aanwezige toestellen automatisch onder dezelfde vergunning (zwaarste toepassing bepaalt de van toepassing zijnde regeling). Uiteraard dienen deze overige toestellen wel in de vergunning te worden opgenomen. Voor de aanvraag voor een vergunning heeft de ANVS een [handreiking](#) gepubliceerd.

Zowel voor de [registratie](#) als voor de [vergunning](#) van röntgentoestellen heeft de ANVS online formulieren beschikbaar. Middels deze formulieren kan de tandarts-TMS thk basis die de beschikking heeft over de resultaten van de stralingsrisicoanalyse van zijn praktijk eenvoudig zelf de registratie en vergunning van toestellen regelen.

Bij de aanvraag om vergunning en bij de registratie dient te worden aangegeven of de stralingshandeling generiek als gerechtvaardigd wordt beschouwd. In de ministeriele [Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming](#) (artikel 2.1, onderdeel A) is een overzicht opgenomen van de generiek gerechtvaardigde stralingstoepassingen. Categorie II.A.2 vermeldt 'onderzoek van personen op medische indicatie' met als specifiek voorbeeld 'tandheelkundige of kaakchirurgische opnamen ter ondersteuning bij in vivo diagnostiek'.

N.B. Ook uit deze bewoording blijkt wederom de noodzaak tot voorafgaand klinisch onderzoek voordat een röntgenopname mag worden geïndiceerd.

In onderdeel B van hetzelfde artikel worden specifiek NIET-gerechtvaardigde handelingen genoemd. Het gebruik van een toestel voor het maken van röntgenopnamen bij proefpersonen in het kader van onderwijs is niet gerechtvaardigd en daarmee verboden.

³ Volgens bijlage 1 van het Bbs wordt gesproken over 'handelingen' met het toestel: onder handeling wordt verstaan: het bereiden, voorhanden hebben, bewerken, toepassen of zich ontdoen van een bron. Dit betekent dat een autorisatie (vergunning of registratie) al moet zijn verleend voordat het toestel geleverd wordt. Formeel geldt voor 'in gebruik nemen': voordat een handeling met een röntgentoestel wordt verricht (zoals genoemd in de categorieën die zijn opgesomd in artikelen 3.8 en 3.10 van het Bbs).

⁴ Na 6 februari 2018 moet de ondernemer de melding van toestellen binnen twee jaar (dus voor 6 februari 2020) omzetten in een registratie.

Een vergunning of een registratie kan door de ANVS worden geweigerd indien niet wordt voldaan aan de generieke rechtvaardiging (in de tandheelkunde wordt daaraan per definitie voldaan), aan optimalisatie van stralingsdoses en als de stralingsdeskundigheid in de praktijk ontoereikend is. Tevens kan een vergunning worden geweigerd als de effectieve dosis op enig punt buiten de locatie (erfgrens) hoger is dan 0,1 millisievert per jaar.

2.3 Eisen aan apparatuur

Artikelen 4.2, 4.4, en 4.5 van het Bbs betreffen de eisen die worden gesteld aan de ondernemer voordat een handeling met een röntgentoestel wordt verricht (zoals genoemd in de categorieën die zijn opgesomd in artikelen 3.8 en 3.10 van het Bbs). De ondernemer is de feitelijk eigenaar en eindverantwoordelijke van het röntgentoestel. De ondernemer hoeft zelf geen stralingsbeschermingsdeskundige of toezichhoudend medewerker stralingsbescherming te zijn. De ondernemer kan deze taken delegeren, maar blijft wel eindverantwoordelijk. De wetgever stelt eisen aan de administratie van de toestellen en aan de toestellen zelf. Alle relevante administratie aangaande de röntgentoestellen en stralingsrisico's wordt wel samengebracht in het zogenoemde KEW-dossier, het KernEnergieWet-dossier. Een overzicht van de zaken die in het KEW-dossier voorhanden moeten zijn is weergegeven in [bijlage IV](#).

Bij de ingebruikname van een röntgentoestel moet de leverancier een verklaring afgeven waaruit blijkt dat het toestel aan de wettelijke eisen voldoet. Een acceptatietest en prestatietesten (de jaarlijkse controles van het toestel) zijn verplicht volgens Bbs artikel 4.5 en 8.15. De uitslagen ervan worden in het KEW-dossier bewaard. Indien in het verleden geen acceptatietest is gedaan bij installatie van het röntgentoestel geldt de eerste prestatietest als referentie. In Bbs artikel 8.16 geeft de wetgever aan dat in geval er bij kinderen röntgenopnamen worden gemaakt er bijzondere aandacht aan de gebruikte technieken dient te worden besteed.

In praktische zin betekent dit in de tandheelkunde dat belichtingstijden (intraorale opnamen) dienen te worden aangepast (verlaagd), de veldgrootte en overige instellingen (panoramaopnamen) dienen te worden aangepast (kleiner veld, lager kilovoltage, lager milliamperage) en dat beschermingsmaatregelen dienen te worden getroffen, zoals afscherming van de schildklier en de hersenen bij schedelprofielopnamen.

In Bbs artikel 8.1 stelt de wetgever specifiekere eisen aan röntgentoestellen. Zo moeten toestellen een voorziening hebben die de stralingsdosis van een radiologische verrichting weergeeft. In de tandheelkunde en met name bij röntgentoestellen voor intraorale opnamen is dit vooralsnog niet gebruikelijk. Echter de ingestelde belichtingstijd kan in combinatie met het milliamperage wel een redelijke schatting van de dosis geven. Derhalve kan de zichtbare ingestelde belichtingstijd gezien worden als voorziening die de stralingsdosis aangeeft.

Daarnaast is er de eis dat het röntgentoestel een filter heeft (om de laag energetische straling weg te filteren) en een diafragma om de veldgrootte te beperken. De randen van het stralingsveld moeten op de opname zichtbaar zijn. Bij panoramaopnamen en schedelprofielopnamen is dat geregeld in het toestel. Bij intraorale opnamen is het afbeelden van de rand van het veld gezien de kleine detectors niet werkbaar. Daarom geeft de wetgever aan dat er hier een uitzondering wordt gemaakt voor de tandheelkunde. Uiteraard blijft het ALARA principe van toepassing dus de veldgrootte mag maar nauwelijks groter zijn dan de oppervlakte van de detector. In de praktijk betekent dit een rechthoekig veld dat aan het uiteinde van de tubus niet groter is dan 35 x 45 mm.

In de ANVS verordening (artikel 4.5- 4.7) behorend bij het Bbs worden nog wat specifiekere eisen gesteld aan toestellen:

- Een toestel mag niet door onbevoegden in werking kunnen worden gesteld.
- Lekstraling: het omgevingsdosis-equivalenttempo op 1 meter afstand van de buitenzijde van het toestel mag niet hoger zijn dan 1 millisievert per uur (verwijzing naar EU richtlijn Radiation Protection 162)⁵.
- Er moet een waarschuwingsteken (sticker) op het röntgentoestel zijn aangebracht met het stralingssymbool.
- Er moet een kwaliteitsborgingsprogramma voor de aanwezige röntgentoestellen zijn. Dit programma kan bestaan uit de jaarlijkse prestatietest en aanvullend te nemen actie indien het toestel tussentijds mankementen vertoont.
- Na ieder onderhoud of reparatie aan het toestel dient een prestatietest te worden uitgevoerd.
- De jaardosis op de plek van bediening van het toestel en buiten de ruimte waar het toestel wordt gebruikt mag niet hoger zijn dan 1 mSv.

⁵ European Commission (2012) Radiation Protection N° 162. Criteria for Acceptability of Medical Radiological Equipment used in Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy.

Ook aan de leverancier van een röntgentoestel worden in Bbs artikel 5.2 eisen gesteld. Zo moet de leverancier bij levering passende instructie geven over de bediening en radiologische gevaren, en over het testen en instructie over het noodzakelijke onderhoud. De leverancier dient ook een document te leveren waaruit blijkt dat het toestel de mogelijkheid biedt om te voldoen aan het ALARA / ALADA principe.

2.4 Verantwoordelijkheidsstructuur

In het Bbs worden in de context van de stralingsbescherming vijf functies onderscheiden:

- **De ondernemer.**
- **De stralingsbeschermingsdeskundige;** voorheen stralingsdeskundige niveau 2 en/of 3.
- **De toezichthoudend medewerker stralingsbescherming tandheelkunde basisniveau (TMS thk basis);** voorheen stralingsdeskundige niveau 5 A/M.
- **De medisch deskundige.**
- **De blootgestelde werknemer.**

Ondernemer

De ondernemer is de eindverantwoordelijke voor de stralingsbescherming in de praktijk, maar hoeft niet zelf stralingsbeschermingsdeskundige of TMS te zijn. De ondernemer kan ook een rechtspersoon zijn. De ondernemer legt de taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van de TMS schriftelijk vast (KEW-dossier).

De ondernemer zorgt er voor dat er op de plek waar de stralingshandelingen (röntgenopnamen) plaatsvinden een TMS aanwezig is (artikel 7.2 Bbs).

Stralingsbeschermingsdeskundige

De ondernemer moet tevens toezicht laten uitvoeren door een stralingsbeschermingsdeskundige. De naam, taken en verantwoordelijkheden van de stralingsbeschermingsdeskundige moeten worden vermeld in het KEW-dossier. De stralingsbeschermingsdeskundige hoeft niet in de praktijk aanwezig te zijn (maar moet kunnen worden geraadpleegd) en heeft de volgende taken:

- Adviseren over naleving Bbs.
- Beoordeling van de stralingsrisicoanalyse, inclusief het eventueel indelen van ruimtes als bewaakte of gecontroleerde zone.
- Beoordeling van de acceptatietest en prestatietests (Bbs artikel 7.1).

Een stralingsbeschermingsdeskundige moet zijn geregistreerd in het register van de ANVS.

Toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS)

De TMS heeft in opdracht van de ondernemer de volgende taken:

- Zelf uitvoeren of toezicht houden op de stralingshandeling.
- Zorgen dat de protocollen en procedures bekend zijn en gevolgd worden.
- Zorgen dat prestatietesten en controles jaarlijks worden uitgevoerd. Volgens ANVS art 3.8 is het verrichten van reparaties en onderhoud aan toestellen een vergunningplichtige handeling.
- Verzorgen van opleiding en bij- en nascholing van medewerkers.
- Samenwerken met stralingsbeschermingsdeskundige.
- Rapporteren aan de ondernemer.

Tandartsen en –specialisten worden opgeleid tot TMS thk basis zodat uit praktisch en economisch oogpunt geen medewerker hoeft te worden aangesteld die zich uitsluitend als TMS bezighoudt. In de tandheelkunde zijn dus de rollen van TMS en medisch deskundige in één en dezelfde persoon gecombineerd.

Medisch deskundige

Arts, tandarts of andere zorgverlener die bij of krachtens de artikelen 36 of 36a van de Wet op de beroepen in de individuele gezondheidszorg (Wet BIG) bevoegd is klinische verantwoordelijkheid te dragen voor een individuele medische blootstelling.

Blootgestelde werknemer

De blootgestelde werknemer is een persoon die door zijn werkzaamheden in de praktijk een effectieve stralingsdosis kan oplopen die hoger is dan 1 millisievert per jaar. Een voorbeeld van een blootgestelde werknemer in de tandartspraktijk kan zijn een assistente of mondhygiëniste die in opdracht röntgenfoto's maakt. Daardoor kan hij/zij worden blootgesteld aan een verhoogde stralingsdosis. Dit blijkt uit de stralingsrisicoanalyse. Indien een medewerker als blootgestelde werknemer wordt geclassificeerd dan dient er persoonsdosimetrie te worden verricht, de bekende 'badge' (Bbs art. 7.12). Als een werknemer niet als blootgestelde werknemer is geclassificeerd mag de dosislimiet van 1 millisievert per jaar niet worden overschreden (Bbs art. 7.3). Datzelfde geldt voor zwangere medewerksters (Bbs art. 7.36).

In de praktijk blijkt het zeer goed uitvoerbaar om onder het dosisniveau van 1 mSv per jaar te blijven, waardoor aanvullende maatregelen achterwege kunnen blijven.

2.5 Procedures

Bbs artikel 8.14 (procedures)

De ondernemer draagt ervoor zorg dat:

1. Schriftelijke protocollen worden uitgewerkt voor elk soort standaard medisch-radiologische procedure, voor elke apparatuur opstelling en voor relevante categorieën patiënten.
2. Informatie over de blootstelling van de patiënt deel uitmaakt van het verslag over de medisch-radiologische procedure.

Schriftelijke protocollen op de werkplek, uitgewerkt per type toestel en per patiëntcategorie zijn verplicht. In [bijlage VII](#) zijn diverse voorbeeldprotocollen opgenomen.

De informatie over de blootstelling wordt in het patiëntendossier opgenomen. In de praktijk betreft dit de omschrijving van de gemaakte röntgenopname, waaraan de rechtvaardiging en diagnostische bevindingen worden toegevoegd.

De omschrijving van de gemaakte opname zegt op zichzelf niet voldoende over de blootstelling, echter het KEW-dossier met daarin opgenomen alle informatie over het toestel inclusief belichtingstabellen en/of –programma's en uitslagen van de prestatietests maakt het mogelijk om de blootstelling indien nodig eenvoudig te achterhalen.

3. Stralingsbescherming – basisprincipes

3.1 Basisprincipes

Rechtvaardiging

De rechtvaardiging houdt in dat een opname alleen mag worden gemaakt als daar een medische reden voor is en het voordeel van die opname voor de patiënt opweegt tegen de kans op nadelige effecten. Het is de tandarts(specialist) die deze afweging zal moeten maken, omdat hij op grond van zijn opleiding kan vaststellen welke aanvullende informatie hij nodig acht en wat het beoogde doel is in het kader van de behandeling. Deze afweging mag pas worden gemaakt nadat een klinisch onderzoek heeft plaatsgevonden waaruit een vraagstelling voorkomt die met behulp van röntgendiagnostiek kan worden beantwoord.

Optimalisatie (ALARA)

Indien aan het eerste basisprincipe 'rechtvaardiging' is voldaan en er dus een reden bestaat voor het toepassen van straling, dient het ALARA-principe te worden toegepast. Het doel is het bereiken van een 'acceptabel' risiconiveau. ALARA is een streven de dosis te verlagen en is afhankelijk van processen, procedures en inschattingen; daarmee is er geen vastgestelde standaarddosis. Welke dosis acceptabel is, hangt af van specifieke blootstellingscondities en van ethische en economische overwegingen. Het ALARA-principe geldt voor alle typen blootstelling aan straling: diagnostisch voor patiënten, beroepsmatig voor medewerkers en voor de omgeving van tandartspraktijken.

Dosislimieten

Dosislimieten geven aan wat de maximaal toegestane jaarlijkse effectieve dosis röntgenstraling is voor leden van de bevolking binnen en buiten de locatie en voor werknemers van de praktijk. Indien men na het toepassen van ALARA beneden de dosislimiet blijft, is het risico aanvaardbaar; dit neemt niet weg dat men er altijd naar moet streven zo ver mogelijk onder de dosislimiet te blijven. Mocht een werknemer, ondanks het toepassen van ALARA en extra afscherming, een effectieve dosis kunnen ontvangen die hoger is dan de dosislimiet van 1 mSv/jaar dan zal deze werknemer moeten worden aangemerkt als blootgestelde werknemer. Voor patiënten geldt geen dosislimiet. Men moet er immers van uit gaan dat de rechtvaardiging en het ALARA principe de dosis al op een aanvaardbaar niveau voor de patiënt hebben gebracht, waarbij het nut van de opnamen voor de patiënt opwegen tegen de mogelijke schade.

3.2 Rechtvaardiging

Bbs artikel 2.4 (rechtvaardiging)

Bij de rechtvaardiging van een categorie of soort handelingen die medische blootstelling met zich brengen, wordt rekening gehouden met medische blootstelling en, voor zover relevant, de daaraan gerelateerde beroepsmatige blootstelling en blootstelling van leden van de bevolking.

Bbs artikel 8.2 (rechtvaardiging medische blootstelling)

1. Een medische blootstelling vindt uitsluitend plaats indien zij gerechtvaardigd is.
2. Een medische blootstelling is gerechtvaardigd indien zij per saldo voldoende voordeel oplevert wanneer het totale potentiële diagnostische of therapeutische voordeel, waaronder de gezondheidsvoordelen voor de persoon die de behandeling ondergaat en het maatschappelijk voordeel, opweegt tegen de gezondheidsschade die de persoon die de blootstelling ondergaat, kan ondervinden, rekening houdend met de doeltreffendheid, de voordelen en de risico's van beschikbare alternatieve technieken die hetzelfde doel hebben maar geen of minder blootstelling aan ioniserende straling met zich meebrengen.

Rechtvaardiging vloeit voort uit een klinische vraag. De voordelen die de röntgendiagnostiek moet gaan opleveren worden dus bepaald op basis van de (diagnostische) informatiebehoefte vanuit het klinisch onderzoek. Om die reden is het niet gerechtvaardigd opnamen te maken op routinebasis, omdat dan niet eerst kan worden vastgesteld:

- of de patiënt in die specifieke situatie baat heeft bij de opnamen;
- of de diagnose niet ook gesteld kan worden zonder de opnamen;
- of dat de behandeling ook uit te voeren zou zijn zonder de opnamen.

De voordelen moeten worden afgewogen tegen de nadelen van röntgendiagnostiek. Die nadelen bestaan onder andere uit de potentiële gezondheidsschade die wordt veroorzaakt door de straling.

Op basis van langjarig onderzoek (onder andere de 'Life Span Study' die na de bombardementen op Hiroshima en Nagasaki is gestart) is vastgesteld dat het stralingsrisico 5% per Sievert is. Dat wil zeggen dat er een kans van 5% per Sievert stralingsdosis is dat zich een fatale tumor ontwikkelt.

De doses van tandheelkundige opnamen variëren van 2 tot 20 microsievert (voor intraorale en panoramische opnamen) hetgeen betekent dat het stralingsrisico per opname beperkt is. Echter kinderen en jongvolwassenen lopen een 2 tot 3 keer hoger risico⁶.

In de afweging van voor- en nadelen spelen ook de nadelen die het gevolg zijn van onjuiste diagnostiek (fout-positieve en fout-negatieve diagnoses) een rol. Bij iedere opname is er een kans dat de diagnostische uitkomst niet correct is, deze kans wordt groter naarmate de gekozen opnametechniek minder geschikt is voor de diagnostische taak (bijvoorbeeld panoramaopnamen zijn voor cariësiagnostiek minder geschikt dan bitewings). Het Bbs meldt hierover dat de doeltreffendheid van de gekozen radiologische techniek een factor is waarmee rekening dient te worden gehouden bij de afweging van voor- en nadelen in het kader van rechtvaardiging.

Bbs artikel 8.5 (rechtvaardiging bij individuele medische blootstellingen)

1. De verwijzer en de medisch deskundige beoordelen ieder op grond van hun specifieke verantwoordelijkheid en vooraf of een individuele medische blootstelling gerechtvaardigd is, met inachtneming van het specifieke doel van de blootstelling en de kenmerken van de betrokken persoon.
2. De verwijzer en de medisch deskundige verkrijgen, indien dat uitvoerbaar is, eerdere diagnostische of medische gegevens met betrekking tot de voorgenomen blootstelling en houden rekening met deze gegevens om onnodige blootstelling te voorkomen.

In dit artikel worden de verwijzer en de medisch deskundige als twee separate personen voorgesteld. Bij een werkelijke verwijsrelatie is dat het geval (vergelijk verwijzen van patiënt van afdeling MKA-chirurgie naar afdeling Radiologie, of van tandarts naar collega-tandarts met Conebeam CT toestel) en blijkt uit bovenstaand artikel dat zowel verwijzer als de medisch deskundige die de verwijzing ontvangt een specifieke verantwoordelijkheid hebben. Hiervoor is bij de verwijzer inhoudelijke kennis nodig over de toegevoegde waarde en mogelijke nadelige effecten van de stralingsblootstelling waarvoor verwezen wordt. MKA-chirurgen worden daarom in hun medische- en specialistenopleiding onderwezen in radiologische toepassingen als CT, MRI en Echografie. Omdat zij niet zelf optreden als TMS voor de CT-toepassing, behoeven zij die kwalificatie niet te behalen.

In de tandheelkunde is de situatie met Conebeam CT sterk gelijkend. Tandartsen die niet zelf een Conebeam CT toestel gebruiken maar wel verwijzen voor het laten maken van Conebeam CT opnamen zullen conform artikel 8.5 Bbs kennis moeten hebben van de toepassing. Die kennis bestaat minimaal uit:

- Indicaties voor Conebeam CT onderzoek in de tandheelkunde.
- Stralingsbelasting van Conebeam CT in relatie met diagnostische vraagstelling.
- Basale kennis van diagnostiek op Conebeam CT beelden.

De huidige opleiding tot TMS – Conebeam CT in de tandheelkunde voldoet ruimschoots aan deze voorwaarden, maar er zijn ook kortere cursussen aangeboden waarin deze kennis wordt behandeld.

In artikel 8.5 Bbs worden de verwijzer en de medisch deskundige als twee separate personen voorgesteld. Hierboven staat beschreven in welke situaties dat in de tandheelkunde het geval kan zijn, echter in nagenoeg alle andere situaties is in de tandheelkunde sprake van zelfverwijzing. De tandarts(specialist) heeft zelf de radiologische apparatuur (en is daarvoor ook TMS) waarmee het radiologisch onderzoek wordt verricht. In dat geval geldt dat de in artikel 8.5 genoemde personen in één persoon verenigd zijn en de tandarts(specialist) dus de verantwoordelijkheden van zowel verwijzer als 'ontvanger' heeft.

Artikel 8.5 Bbs geeft daarbij ook aan dat bij rechtvaardiging noodzaak bestaat tot het raadplegen van eerdere gegevens (medisch dossier en röntgenopnamen) van patiënt.

⁶ ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).

Bbs artikel 8.6 (rechtvaardiging medisch-radiologische procedure bij asymptomatische personen)

Een medisch-radiologische procedure bij een asymptomatische persoon die vroege opsporing van een ziekte tot doel heeft, vindt uitsluitend plaats nadat bijzondere aandacht is besteed aan de voorlichting van deze persoon en:

1. In het kader van een bevolkingsonderzoek;
2. Of indien er een specifieke, gedocumenteerde rechtvaardiging aanwezig is die is opgesteld door de medisch deskundige in samenspraak met de verwijzer en in overeenstemming met de toepasselijke richtlijnen van de beroepsgroep en met het bepaalde bij regeling van onze Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport.

De duiding van Bbs artikel 8.6 voor de tandheelkunde betreft het maken van röntgenopnamen zonder klinische vooronderzoek en daaruit voortvloeiende vraagstelling. De panoramische röntgenopname wordt in de tandheelkunde ondanks bovenstaande wetgeving nog frequent geïndiceerd bij asymptomatische personen. Voor deze toepassing is geen sprake van vergund bevolkingsonderzoek en er bestaat geen wetenschappelijk bewijs, of richtlijn van de (inter)nationale beroepsgroep die daarop gebaseerd is, voor de rechtvaardiging van het vervaardigen van panoramische röntgenopnamen bij asymptomatische patiënten. In tegendeel, de Radiation Protection 136 richtlijn van de Europese Commissie en de literatuur geven aan dat de panoramische opname door zijn lagere diagnostische accuratesse dan intraorale en Conebeam CT opnamen een beperkte indicatie heeft⁷. Het maken van panoramische röntgenopnamen bij asymptomatische patiënten is daarmee volgens Bbs art. 8.6 en genoemde richtlijn niet toegestaan.

Ook de bitewing röntgenopname wordt soms gezien als vallend onder de reikwijdte van artikel 8.6. Echter, als deze opnamen worden geïndiceerd op basis van klinisch onderzoek waaronder ook vallend de verdenking op cariës of parodontale problematiek gebaseerd op het tandheelkundig dossier, is sprake van een symptomatische patiënt en derhalve bestaat een rechtvaardiging. Het maken van bitewing röntgenopnamen met een vast tijdsinterval niet gerelateerd aan klinische of historische gegevens, valt wel onder de reikwijdte van artikel 8.6, vergelijkbaar met de hierboven beschreven situatie omtrent panoramische röntgenopnamen.

Rechtvaardiging röntgenopnamen bij vrouwen die zwanger zijn

Bbs artikel 8.11 gaat in op de rechtvaardiging van röntgenopnamen bij zwangere vrouwen. De medisch deskundige dient te informeren of een vrouw zwanger is, tenzij dat om duidelijke redenen kan worden uitgesloten of niet relevant is voor de radiologische procedure. Dat laatste is voor alle tandheelkundige röntgenopnamen het geval. Door fantoommetingen en Monte Carlo simulaties is vastgesteld dat de dosis in de baarmoederregio ten gevolge van tandheelkundige opnamen verwaarloosbaar is. Daardoor bestaat geen risico voor het ongeboren kind en geldt de normale rechtvaardiging voor röntgenopnamen, waarbij een veronderstelt voordeel van een opname in het belang van de (mond)gezondheid van de zwangere indirect ook als voordeel voor het ongeboren kind kan gelden (voorbeeld: het kunnen vermijden van medicatie door correcte en tijdige röntgendiagnostiek leidend tot een adequate behandeling). [Meer lezen?](#)⁸

3.3 Optimalisatie

Bbs Artikel 8.3 (optimalisatie medische blootstelling)

1. Alle doses ten gevolge van medische blootstellingen voor radiodiagnostiek worden zo laag gehouden als redelijkerwijs mogelijk is, gelet op de noodzaak om de vereiste medische gegevens te verkrijgen en rekening houdend met economische en sociale factoren.
2. De optimalisatie...
 - a. omvat de keuze van de apparatuur
 - b. omvat de praktische aspecten van medisch-radiologische procedures
 - c. omvat de kwaliteitsborging
 - d. omvat de beoordeling en evaluatie van patiëntdoses
 - e. heeft betrekking op de omvang van de individuele doses
 - f. hangt samen met het medische doel van de blootstelling
3. De medisch deskundige en de personen die bevoegd zijn om de praktische aspecten van de medisch-radiologische procedure uit te voeren, worden betrokken bij de optimalisatie.
4. Onze Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport bevordert de vaststelling, de regelmatige herziening en het gebruik van diagnostische referentieniveaus voor radiodiagnostisch onderzoek.

⁷ Jenkins WM, Brocklebank LM, Winning SM, Wylupek M, Donaldson A, Strang RM. A comparison of two radiographic assessment protocols for patients with periodontal disease. *Br Dent J.* 2005; 19: 565-569.

⁸ Reinier Hoogeveen & Erwin Berkhout. Wanneer is een röntgenopname gerechtvaardigd? *Tandartspraktijk*, 2017 Juni; 38(5):4-13.

3.3.1 ALARA

Het optimaliseren van de stralingsdosis is één van de drie basisprincipes van de stralingsbescherming en derhalve een verplichting van degene die verantwoordelijk is voor de betreffende stralingstoepassing, zoals ook blijkt uit bovenstaande wetgeving.

Het optimalisatieprincipe in de stralingshygiëne wordt ook wel aangeduid met ALARA; As Low As Reasonably Achievable (verklaring 'reasonable' zie lid 1 van artikel 8.3 hierboven) en is van toepassing op doses die patiënten ontvangen in het kader van het radiologisch diagnostisch onderzoek (de röntgenopname(n)) en ook op de dosis die praktijkmedewerkers en personen buiten de erfgrans van de praktijk op kunnen lopen.

3.3.2 ALADA – optimalisatie röntgenopnamen

Het optimalisatieprincipe van de stralingsdosis van röntgenopnamen bij patiënten wordt ook wel aangeduid met ALADA; As Low As Diagnostically Acceptable.

Het maken van röntgenopnamen volgens het ALADA principe omvat feitelijk de zes punten genoemd onder lid 2 van artikel 8.3 van het Bbs. De geplande opname heeft een vastgesteld (gerechtvaardigd) diagnostisch doel. Dit doel vereist een bepaalde hoeveelheid diagnostische informatie, die in sommige gevallen een beperkte stralingsdosis en in andere gevallen een hogere stralingsdosis betekent. [Meer lezen?](#)⁹

Diverse voorbeelden van ALADA en ALARA in de tandheelkundige praktijk

Het rechthoekige diafragma in het intraorale röntgentoestel met een veldgrootte aan het einde van de tubus van 3x4 cm is een schoolvoorbeeld van het tegen beperkte kosten realiseren van een enorme stralingsdosisvermindering enkel door de veldgroottebeperking van meer dan 50%. Als ook wordt meegerekend dat door de beperking van de veldgrootte minder gevoelige organen worden blootgesteld, blijkt dat de reductie van de effectieve dosis oploopt tot 70%. De KNMT en NVDMFR stellen zich op het standpunt dat röntgentoestellen standaard zouden moeten worden geleverd met een rechthoekig diafragma resulterend in een veldgrootte die nauwelijks groter is dan de röntgendetector/film.

De optimale hoogspanning van röntgentoestellen voor intraorale röntgenopnamen bevindt zich tussen 60 en 70 kilovolt piekspanning. Een lagere piekspanning geeft een relatief hoge huiddosis met als gevolg een hogere effectieve dosis voor de patiënt en meer verstrooide straling in de omgeving. Een hogere piekspanning dan 70 kV geeft een te hoge stralingsdosis voor de dieper gelegen organen (onder andere thyroid) resulterend in een hogere effectieve dosis.

Het kunnen 'schakelen' tussen 60 en 70 kV bij een röntgentoestel heeft geen aantoonbare bijdrage aan de dosisreductie.

Het gebruik van instelapparatuur (richtapparatuur) bij intraorale opnamen vermindert het aantal mislukte opnamen en verbetert de kwaliteit van de opnamen. Het gebruik van instelapparatuur wordt aanbevolen, waarbij aangetekend dat de tandarts de 'bissectriceregeltchniek' ook dient te beheersen, omdat niet in alle situaties instelapparatuur kan worden toegepast.

De belichtingstijd van intraorale röntgenopnamen dient te worden aangepast aan minimaal de locatie in de mond en bij voorkeur ook de diagnostische vraag. Een voorbeeld van een belichtingsschema is hieronder weergegeven in percentages, uitgaande van een ondermolaaropname met een belichtingstijd van 100%.

In veel moderne röntgentoestellen is een belichtingsschema elektronisch ingebouwd. Dat kan als vervanging van onderstaand schema in de praktijk dienen.

⁹ Berkhout, W.E.R. Het ALARA-principe. Achtergronden en toepassing in de praktijk. Nederlands Tijdschrift Tandheelkunde. 2015 May;122(5):263-70. doi: 10.5177/ntvt.2015.5.14227.

Voorbeeld belichtingsschema

Bovenkaak	Melkgebit	40	40		60		
	Volwassene	80	80	100	125		
		I	C	P	M	BW-P	BW-M
Onderkaak	Volwassene	60	60	80	100	100	125
	Melkgebit	40	40		50	50	60

Recent onderzoek laat zien dat het gebruik van een kinschild of loodkraag een bijdrage levert aan de reductie van de stralingsdosis op het thyroid²⁰. Echter dit geldt alleen wanneer röntgenopnamen van het bovenfront worden gemaakt. Bij andere periapicale opnamen en bij bitewings is er geen toegevoegde waarde van een kinschild of loodkraag vastgesteld. Doordat de dosisreductie slechts beperkt is, kan worden gesteld dat niet redelijkerwijs (ALARA) kan worden verlangd dat iedere tandarts een kinschild of loodkraag toepast. Nieuwe wetenschappelijke inzichten zouden in de toekomst die stellingname kunnen doen wijzigen.

De panoramische röntgenopname (panoramaopname) is bedoeld voor globale algemene diagnostiek vanwege de beperkte diagnostische accuratesse²¹. De indicaties voor dit type diagnostiek zijn beperkt. Indien echter toch een rechtvaardiging aanwezig is dan dient de tandarts(specialist) slechts dat deel van de patiënt in beeld te brengen waarvan de diagnostische informatie nodig is. Daartoe beschikken nagenoeg alle panorama-toestellen over mogelijkheden om 'dentale' panoramaopnamen te maken (opnamen zonder de kaakgewrichten), en om halfzijdige panoramaopnamen te maken, of alleen van de frontregio.

In geval van kinderen een panoramaopname wordt gemaakt dienen de instellingen van het panorama-toestel daarop te worden aangepast (kleiner veld, aangepaste beeldlaag corresponderend met de kleinere kaakafmetingen en vorm).

Het gebruik van een loodschort tijdens het maken van tandheelkundige röntgenopnamen (intraoraal en extraoraal) heeft geen bewezen toegevoegde waarde voor de bescherming van (het buikgebied) van de patiënt. In het Bbs is aangegeven in artikel 8.11 dat niet naar zwangerschap hoeft te worden geïnformeerd indien dat niet relevant is voor de radiologische procedure. Bij tandheelkundige röntgenopname is middels metingen en berekeningen (Monte Carlo analyse) vastgesteld dat de doses in het buikgebied van deze radiologische procedures niet relevant zijn.

Het gebruik van een loodschort heeft dus slechts mogelijk een 'psychologische' betekenis, waarbij moet worden bedacht dat die betekenis zowel geruststellend ('ik word beschermd') als onrustwekkend ('er is veel gevaarlijke straling hier') kan worden uitgelegd.

Bij schedelprofielopnamen (meestal t.b.v. orthodontie) dient gepoogd te worden delen van de schedel en nek die niet noodzakelijk zijn voor de (orthodontische) diagnostiek buiten het stralingsveld te houden. Het toestel kan voorzien zijn van mogelijkheden daartoe of uitgerust worden met een speciale thyroidprotector en craniale protector²².

De veldgrootte (het volume) bij Conebeam CT opnamen moet worden aangepast aan de diagnostische vraagstelling. De dosisreductie bij verkleining van het volume verloopt volgens een derdemachts-functie ($l \times b \times h$) waardoor het aanpassen van het volume een sterke invloed heeft op de stralingsdosis voor de patiënt en voor de omgeving. Uit het ALADA-principe vloeit derhalve de verplichting voort het volume te minimaliseren tot strikt noodzakelijke afmetingen. Het maken van Conebeam CT scans van de volledige onder- en bovenkaak om reden van eenvoud van positioneren van de patiënt dient als malpraxis te worden beschouwd. Voldoende deskundigheid moet in de praktijk aanwezig zijn om kleine volumes goed te oriënteren in de patiënt, zodat geen scans opnieuw behoeven te worden gemaakt. Het maken van volledige schedelopnamen met Conebeam CT, anders dan voor traumatologie doeleinden in de MKA-chirurgie, dient als ongewenst te worden beschouwd.

²⁰ Hoogeveen RC, Hazenoot B, Sanderink GCH, Berkhout WER. The value of thyroid shielding in intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2016; 45: 20150407.

²¹ European Commission. European Guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. Radiation protection 136 (2004).

²² Hoogeveen RC, Rottke D, van der Stelt PF, Berkhout WER. Dose reduction in orthodontic lateral cephalography: dosimetric evaluation of a novel cephalographic thyroid protector (CTP) and anatomical cranial collimation (ACC). *Dentomaxillofac Radiol* 2015; 44: 20140260.

3.4 Dosislimieten

Bbs artikel 7.3 (blootstelling werknemers, algemeen)

1. De ondernemer zorgt ervoor dat voor een werknemer die geen blootgestelde werknemer is, ten gevolge van een handeling die onder zijn verantwoordelijkheid wordt verricht, de dosislimiet van 1 millisievert in een kalenderjaar niet worden overschreden.

Bbs artikel 7.11 (indeling (blootgestelde) werknemers in categorie A en B)

1. De ondernemer deelt, voor aanvang van het verrichten van de handelingen, ten behoeve van de individuele monitoring en het gezondheidskundig toezicht elke (blootgestelde) werknemer in als A- of B-werknemer.
2. Een (blootgestelde) werknemer A kan een effectieve jaardosis ontvangen groter dan 6 mSv (en altijd kleiner dan 20 mSv, Bbs artikel 7.34)
3. Een werknemer B is een (blootgestelde) werknemer die niet als A-werknemer wordt ingedeeld (dus in de dosisrange van 1 - 6 mSv op jaarbasis valt)

Bbs artikel 7.16 (gegevens dosisregistratie)

1. De ondernemer zorgt ervoor dat afzonderlijk van iedere (blootgestelde) werknemer wordt geregistreerd:
 - de naam, voornaam, geboortedatum, nationaliteit en het geslacht;
 - gegevens omtrent het dienstverband van de werknemer;
 - de indeling in categorie A- of B- werknemer;
 - de resultaten van de individuele monitoring,
2. De ondernemer zorgt ervoor dat de gegevens, bedoeld in het eerste lid, in ieder geval worden bewaard totdat de persoon op wie de gegevens betrekking hebben, de leeftijd van vijfenzeventig jaar heeft bereikt of zou hebben bereikt, maar ten minste dertig jaar nadat deze persoon de handelingen heeft beëindigd.

Bbs artikel 9.1 (dosislimieten leden van de bevolking)

1. Dosislimieten voor blootstelling van leden van de bevolking hebben betrekking op de som van de jaarlijkse blootstellingen van een lid van de bevolking ten gevolge van alle ingevolge dit besluit toegestane handelingen
2. Voor blootstelling van leden van de bevolking geldt een individuele effectieve dosislimiet van 1 millisievert in een kalenderjaar.

Bbs artikel 9.2 (verplichtingen ondernemer, dosislimiet leden van de bevolking)

De ondernemer zorgt ervoor dat voor een lid van de bevolking als gevolg van handelingen als bedoeld in artikel 9.1, eerste lid, die onder zijn verantwoordelijkheid worden verricht, op enig punt buiten de locatie ten gevolge van die handelingen een effectieve dosis van 0,1 millisievert in een kalenderjaar niet wordt overschreden.

Bbs artikel 9.4 (optimalisatie, dosisbeperkingen buiten een locatie)

De ondernemer zorgt ervoor dat bij het verrichten van een handeling, behorend tot een categorie als genoemd in artikel 3.10, tweede lid, waarvoor een registratie is vereist, voor personen op enig punt buiten de locatie ten gevolge van die handelingen tezamen een dosisbeperking van 10 microsievert effectieve dosis in een kalenderjaar wordt gehanteerd.

In hoofdstukken 7 en 9 van het Bbs wordt de bescherming tegen ioniserende straling van werknemers en de bevolking geregeld. Een 'lid van de bevolking' kan zich binnen de praktijklocatie bevinden, bijvoorbeeld als bezoeker of koerier. Een lid van de bevolking kan zich ook buiten de locatie bevinden.

Zowel binnen als buiten de locatie kunnen leden van de bevolking mogelijk worden blootgesteld aan ioniserende straling als gevolg van de stralingshandelingen van de praktijk. In het Bbs zijn daarom dosislimieten voor leden van de bevolking vastgesteld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de situatie waarbij een persoon zich binnen de locatie bevindt en de situatie waarbij een persoon zich buiten de locatie bevindt. De dosislimieten gelden voor alle typen handelingen. Daarnaast geldt voor registratieplichtige handelingen een dosisbeperking voor leden van de bevolking die zich buiten de locatie bevinden.

Schema: locatie en toepassing

Locatie en toepassing	Dosislimiet/ dosisbeperking	Bbs artikel
Werknemer	1 mSv/jaar	7.3
(Blootgestelde) werknemer A	20 mSv / jaar	7.34
(Blootgestelde) werknemer B	6 mSv / jaar	7.11
Lid bevolking, binnen de praktijklocatie (binnen erfsgrens)	1 mSv / jaar	9.1
Lid bevolking, buiten erfsgrens, vergunningplichtig toestel	0,1 mSv / jaar	9.2 lid 1
Lid bevolking, buiten erfsgrens, registratieplichtig toestel	0,01 mSv / jaar	9.4

De werkelijke jaarlijkse stralingsdosis dient te worden bepaald en mag nooit de vigerende dosislimieten overschrijden. De bepaling van de jaarlijkse stralingsdosis gebeurt volgens de (stralings)Risico Inventarisatie en -Evaluatie (gericht op werknemers) en de Analyse Gevolgen Ioniserende Straling (gericht op de bevolking), hierna samen te benoemen als 'Stralingsrisicoanalyse'.

3.5 Stralingsrisicoanalyse

Bbs artikel 9.7 (raming van de door leden van de bevolking ontvangen doses)

1. De ondernemer zorgt ervoor dat in omstandigheden waar een lid van de bevolking als gevolg van handelingen, die onder zijn verantwoordelijkheid worden verricht, aan ioniserende straling binnen of buiten de locatie kan worden blootgesteld, voor de daarvoor in aanmerking komende plaatsen ramingen van de effectieve of equivalente doses worden gemaakt, en zo nodig metingen worden verricht.
2. De ondernemer houdt een administratie bij waarin hij de resultaten aantekent van de metingen en de ramingen en gebruikt deze, indien nodig, voor het bepalen van de doses, bedoeld in het eerste lid en artikel 9.2.

De ondernemer dient volgens het Bbs twee verschillende stralingsrisicoanalyses uit te voeren:

1. Art. 7.6 Bbs: De Risico-inventarisatie en –evaluatie m.b.t. de indeling van (blootgestelde) werknemers. Deze vindt voorafgaand aan de handelingen plaats (onderdeel van aanvraag vergunning/registratie).
2. Art. 9.7/4.29 Bbs: De Analyse van Gevolgen van Ioniserende straling. Deze vindt voorafgaand aan de handelingen plaats (onderdeel van aanvraag vergunning/registratie). Daarnaast kan de methode gebruikt worden voor een evaluatie van de werkelijke stralingsbelasting voor leden van de bevolking.

Vanuit praktisch oogpunt is het combineren van deze twee analyses te overwegen. In het spraakgebruik wordt dan ook onder de stralingsrisicoanalyse van een praktijk verstaan de gecombineerde gegevens van de stralingsbelasting binnen de praktijk (van toepassing op werknemers en bezoekers) en buiten de praktijk (van toepassing op de bevolking). Er worden eisen gesteld aan de uitvoering van de stralingsrisicoanalyse. Deze eisen staan beschreven in de [Regeling Stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018](#). Omdat het een inventarisatie en evaluatie betreft is het uitdrukkelijk de bedoeling dat zowel de gegevens waarop de dosisberekening is gebaseerd vermeld worden, als ook de reflectie op de uitkomsten van de berekeningen in relatie met de dosislimieten. Een stralingsrisicoanalyse is dus meer dan een aantal berekeningen van de jaardosis op diverse locaties. Een handig overzicht voor de inhoud van een stralingsrisicoanalyse is door het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) gemaakt en te vinden als [bijlage V](#).



Met ingang van het Bbs per 6 februari 2018 dient de stralingsrisicoanalyse door de stralingsbeschermingsdeskundige te worden verricht. Dit kan eventueel 'op afstand' door het aanleveren van de relevante informatie.

De stralingsrisicoanalyse wordt ten minste één keer per vijf jaar beoordeeld en indien nodig aangepast. Als er eerder reden is tot aanpassing, bijvoorbeeld door gewijzigde werkmethoden of –omstandigheden, of stand van de wetenschap, dan dient de stralingsrisico op dat moment te worden aangepast (Regeling Stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018).

Voortvloeiend uit de stralingsrisicoanalyse is de eventuele noodzaak tot het aangeven dat de dosislimiet van 1 mSv per jaar kan worden overschreden. In dat geval dient de ruimte waar het röntgentoestel wordt gebruikt te worden aangemerkt als bewaakte zone, onder voorwaarde dat de door een werknemer in die ruimte te ontvangen dosis kleiner of gelijk is aan 6 millisievert in een kalenderjaar.

Dit aangeven gebeurt door het plaatsen van een waarschuwingssticker aan de buitenzijde van de ruimte op de plek waar de dosislimiet van 1 mSv per jaar kan worden overschreden. De sticker bestaat uit een combinatie van het stralingssymbool en de tekst 'röntgenstraling'.

N.B. Er dient ook een waarschuwingsbord 'BEWAAKTE ZONE' te worden geplaatst.

4. Conebeam CT

In de leeswijzer in hoofdstuk 1 is eerder opgemerkt dat het 'Standpunt NMT: CBCT in de mondzorg' komt te vervallen met de inwerkingtreding van deze KNMT-richtlijn.

Regeling stralingsbescherming medische blootstelling: Artikel 4 Aanvullende eis Conebeam CT

Een tandarts of een tandheelkundig specialist kaakchirurg onder wiens medische verantwoordelijkheid patiënten worden blootgesteld aan de ioniserende straling van een Conebeam CT heeft met goed gevolg een opleiding Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming Tandheelkunde voor toepassingen met de Conebeam CT afgerond bij een instelling die krachtens artikel 5.11 van het besluit is erkend met inachtneming van de eisen voor deze specifieke toepassing, bedoeld in artikel 5.22, tweede lid, van de Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, of een gelijkwaardige opleiding.

Conebeam CT geeft de mogelijkheid om tegen een aanvaardbare dosis volume-scans (3-dimensionele opnamen) van de kaakregio te maken met een acceptabele detailweergave. Omdat de stralingsdosis voor de patiënt bij Conebeam CT opnamen een factor 20 tot factor 300 hoger is dan bij intraorale röntgenopnamen dient het rechtvaardigingsproces met extra nadruk te worden gevolgd. Daartoe stelt de Minister van Medische Zorg extra eisen aan de gebruikers van Conebeam CT toestellen, te weten een aanvullende opleiding tot 'Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming Tandheelkunde voor toepassingen met Conebeam CT'. Deze opleiding is aanvullend op de basisopleiding Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming voor de tandheelkunde en vervangt deze dus niet.

Tevens geldt voor alle Conebeam CT toestellen ongeacht het kilovoltage een vergunningplicht (zie [hoofdstuk 'stralingsbescherming – organisatorisch'](#) van deze richtlijn).

Als een tandarts verwijst voor diagnostiek middels een Conebeam CT opname dient de verwijzer ook basale kennis te hebben over indicatiestelling van Conebeam CT opnamen en diagnostiek (zie verder [paragraaf 'scholing'](#) in dit document).

De feitelijke rechtvaardiging wordt gesteld door de tandarts(specialist)-TMS - Conebeam CT die de Conebeam CT opname vervaardigt. Deze tandarts(specialist) is ook verantwoordelijk voor het toepassen van ALADA, en dus voor de instellingen van het toestel om de dosis te optimaliseren voor de diagnostische taak.

De tandarts(specialist) is tevens verantwoordelijk voor de diagnostiek van het volledige in beeld gebrachte volume en noteert de diagnostische bevindingen in het patiëntendossier en/of verslagbrief.

Een Conebeam CT heeft de mogelijkheid om een elementair bestand in DICOM 3.0 formaat (bestandsformaat en mediastructuur) te exporteren dat leesbaar is in iedere DICOM-viewer.

4.1 Europese basisprincipes EADMF

De European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology heeft naar aanleiding van het project van de Europese Commissie om tot een richtlijn voor het gebruiken van Conebeam CT te komen een aantal aanbevelingen gedaan. Deze aanbevelingen zijn terug te vinden in de richtlijn '[Radiation Protection 172 - Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology](#)' van de Europese Commissie.

Enkele belangrijke highlights staan hieronder vermeld:

- Voordat een Conebeam CT opname wordt gemaakt dient altijd klinisch onderzoek plaats te vinden. Hierdoor wordt de Conebeam CT opname te allen tijde individueel gerechtvaardigd doordat van te voren duidelijk is welke nieuwe diagnostisch informatie het Conebeam CT onderzoek gaat opleveren die bijdraagt aan het management van de patiënt. N.B. Feitelijk is dit niet anders dan bij ieder ander röntgenonderzoek.
- Van een Conebeam CT onderzoek dient een radiologisch verslag te worden gemaakt dat het gehele in beeld gebrachte volume betreft. De tandarts(specialist) die de rechtvaardiging geeft voor het Conebeam CT onderzoek is verantwoordelijk voor de beoordeling en verslaglegging.
- Een tandarts(specialist) heeft een theoretische en praktische opleiding gevolgd in het gebruik van een Conebeam CT toestel en de rechtvaardiging van en diagnostiek met Conebeam CT beelden. In Nederland worden de kerncompetenties van deze opleiding beschreven in het Bbs, zie [bijlage II](#) van deze richtlijn.

- Het Conebeam CT toestel moet de mogelijkheid bieden om volgens het ALADA principe te werken, dat wil zeggen dat het toestel meerdere veldgroottes en resoluties (inclusief signaal-ruis verhoudingen) moet faciliteren zodat de stralingsdosis kan worden afgestemd op de diagnostische taak. Toestellen die niet aan deze reeds in 2012 gepubliceerde voorwaarden voldoen, dienen te worden uitgefaseerd.
- Conebeam CT apparatuur moet bij installatie een acceptatietest ondergaan en vervolgens minimaal jaarlijks prestatietesten.
- Medisch deskundigen en andere personen die betrokken zijn bij de praktische onderdelen dienen zich per vijf jaar minimaal 8 uur bij te scholen.

4.2 Radiation Protection 172 guideline

De [Europese stralingsrichtlijn 172 'Conebeam CT for dental and maxillofacial radiology \(evidence based guidelines\)](#) is het resultaat van een uitgebreid Europees project door zes universiteiten. In deze richtlijn zijn alle aspecten van het gebruik van Conebeam CT uitgebreid en onderbouwd beschreven en worden aanbevelingen gedaan. Deze richtlijn is ook van toepassing in Nederland.

Sinds het verschijnen van de Conebeam CT richtlijn is er op één gebied door onderzoek een ander inzicht ontstaan over de toepassing van Conebeam CT in vergelijking met de aanbeveling die in de richtlijn staat. Dit betreft de toepassing van Conebeam CT voor het verwijderen van derde molaren in de onderkaak.

Door onderzoek is inmiddels bekend dat de toegevoegde waarde van Conebeam CT zeer beperkt is als op panoramische röntgenopname al een nauwe relatie tussen de radices van de derde ondermolaar en de canalis mandibularis is geconstateerd. De Conebeam CT bevestigt die diagnose slechts en leidt in het algemeen niet tot een wijziging in het behandelplan ten opzichte van de situatie zoals beoordeeld op de panoramaopname^{13, 14}.

¹³ Matzen LH, Christensen J, Hintze H, Schou S, Wenzel A. Influence of cone beam CT on treatment plan before surgical intervention of mandibular third molars and impact of radiographic factors on deciding on coronectomy vs surgical removal. *Dentomaxillofac Radiol* 2013; 42: 98870341.

¹⁴ Ghaemina H et al.. Clinical relevance of cone beam computed tomography in mandibular third molar removal: A multicentre, randomised, controlled trial. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015 Dec;43(10):2158-67. doi: 10.1016/j.jcms.2015.10.009.

5. Mobiele röntgentoestellen

Mobiele 'handheld' röntgentoestellen hebben in toenemende mate belangstelling van tandartsen. Hoewel met sommige handheld toestellen op relatief veilige wijze röntgenopnamen bij patiënten kunnen worden gemaakt, lijkt het voornamelijk raadzaam deze toestellen slechts in bijzondere situaties te gebruiken. Dit betreft omstandigheden waar geen tandheelkundige faciliteiten/ behandelkamer aanwezig is, zoals verzorgings- en verpleeghuizen, spoedposten, operatiekamers in ziekenhuizen en voor forensische tandheelkunde¹⁵. Als het mobiele handheld röntgenapparaat buiten de tandartspraktijk wordt gebruikt (zoals hier genoemd als voorbeeld) dan geldt voor deze handeling een vergunningplicht (voor het werken op locatie bij derden) en dient een vergunning aangevraagd te worden bij de ANVS.

Gebruik binnen een tandartspraktijk wordt gezien als een handeling binnen een vaste locatie. Voor deze handeling geldt een registratieplicht (art. 3.10 Bbs). In dat geval is het van belang dat bij de stralingsrisicoanalyse rekening gehouden wordt met de plaatsen binnen de tandartspraktijk waar het mobiele handheld röntgenapparaat wordt gebruikt.

Bij het gebruik van handheld röntgentoestellen dient de opnameprocedure te worden aangepast ten opzichte van de procedure zoals gehanteerd bij vast gemonteerde toestellen. Om de röntgenbundel goed te kunnen richten dient het toestel ongeveer horizontaal en met beide handen stabiel te worden gehouden (in verband met het gewicht en tevens de vermindering van de kans op blootstelling voor de werknemer die het apparaat bedient). De wetgever maakt geen uitzondering op de regelgeving, zodat ook voor het gebruik van handheld röntgentoestellen voor iedere ruimte waar het toestel gebruikt wordt een stralingsrisicoanalyse aanwezig moet zijn. Uiteraard dient ook de dosis voor de operateur en omstanders in deze stralingsrisicoanalyse bekend te zijn en dienen de toestellen aan dezelfde eisen te voldoen als alle andere apparatuur wat betreft afscherming en controle.

Daarnaast dient extra aandacht te worden besteed aan de opslag en het transport van handheld röntgentoestellen zodat beschadiging van behuizing of strooistralenschild wordt voorkomen. Tevens dienen maatregelen te worden genomen die onbevoegd gebruik, kwijtraken of diefstal tegengaan. Daarom dient het toestel altijd te worden opgeborgen in een afgesloten kast of kamer en ook tijdens transport dient te worden voorkomen dat onbevoegden toegang krijgen tot het apparaat.

Specifiek wordt hierbij gewaarschuwd voor röntgentoestellen die via buitenlandse internetverkoopkanalen aangeschaft worden en geen CE-keurmerk bezitten. Dit soort toestellen is niet toegestaan voor gebruik in Nederland en heeft in sommige gevallen een direct veiligheidsrisico door niet goed afschermende behuizing van de röntgenbuis, afwezigheid van een strooistralenschild, inferieure elektrische componenten inclusief batterij en teruglopend kilovoltage bij afnemende batterijlading.

[Meer lezen?](#)¹⁶

¹⁵ Berkhout WER, Suomalainen A, Brullmann D, Jacobs R, Horner K, Stamatakis HC. Justification and good practice in using handheld portable dental X-ray equipment: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology (EADMFR). *Dentomaxillofac Radiol* 2015; 44: 20140343.

¹⁶ Berkhout WER Handheld röntgentoestellen. *QP Tandheelkunde*, jaargang 11, nummer 5 p 23-26.

6. Verantwoording

6.1 Samenstelling werkgroep

Deze richtlijn is samengesteld door de Werkgroep Actualisatie richtlijn Radiologie van de Koninklijke Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde (KNMT) in samenwerking met de sectie Radiologie van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

- Drs. Th. A. Goedendorp, namens de KNMT (voorzitter, tandarts)
- Dr. W.E.R. Berkhout, vanuit ACTA en NVDMFR (adviseur, hoofd sectie Orale Radiologie/ coördinerend stralingsbeschermingsdeskundige/voorzitter Ned. Ver. DentoMaxilloFaciale Radiologie (NVDMFR))
- Drs. G.J. van Kalken, namens de KNMT (vertegenwoordiger vanuit KNMT-Commissie Technische Infrastructuur, tandarts)
- Drs. C.J.M. Schenkeveld, namens de KNMT (secretaris)

6.2 Belangenverstrengeling

De leden van de werkgroep hebben voorafgaand aan de werkzaamheden een 'belangenverklaring' getekend, waarin zij onder andere aangeven kennis te hebben genomen van de Code ter voorkoming van oneigenlijke beïnvloeding door belangenverstrengeling en interne beraadslagingen en documenten als vertrouwelijk te beschouwen. De belangenverklaringen zijn op te vragen bij de KNMT.

6.3 Financiering

De herziening van de richtlijn is gefinancierd door de KNMT.

6.4 Werkwijze

Leden van de werkgroep Actualisatie richtlijn Radiologie zijn betrokken geweest bij het traject van de ANVS, ter implementatie van de Europese Basis Safety Standards in de Nederlandse wetgeving, dat aan deze herziening vooraf gaat. Enkele relevante stakeholders, zoals ANT, ANVS, IGJ i.o., VGT en de wetenschappelijke verenigingen betrokken bij de ontwikkeling van het 'NMT- standpunt Conebeam CT in de mondzorg', zijn gevraagd hun input dan wel reactie te geven op de concepttekst. Vervolgens heeft de KNMT-richtlijn een openbare consultatieronde doorlopen via de KNMT-website.

Gebruikte afkortingen en begrippen

ALADA	As Low As Diagnostically Acceptable (verklaring zie hoofdstuk 3 par. 3.3).
ALARA	As Low As Reasonably Achievable (verklaring zie hoofdstuk 3 par. 3.3).
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur. Een algemene maatregel van bestuur (AMvB) is in het Nederlandse openbaar bestuur het uitvoeringsbesluit behorende bij een wet, wordt genomen door de Kroon (de regering) en heeft een algemene strekking. Een AMvB heeft een algemene werking. In tegenstelling tot een formele wet, kan een AMvB aan de rechter worden voorgelegd ter toetsing aan de Grondwet.
ANVS	Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming; het zelfstandig bestuursorgaan dat zich namens de ministeries van Infrastructuur & Milieu, Sociale Zaken en Volksgezondheid bezighoudt met regelgeving en vergunningverlening aangaande stralingsbescherming.
ANVS-Verordening	Verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. De verordening van de ANVS die mede invulling geeft aan de artikelen in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, bevat vooral technische en organisatorische voorschriften.
Bbs	Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (van kracht per 6 februari 2018). Voorheen: Besluit stralingsbescherming (Bs).
IGJ i.o.	Inspectie Gezondheidszorg en Jeugd in oprichting. Per 1 oktober 2017 zijn de Inspectie Jeugdzorg en de Inspectie voor de Gezondheidszorg gefuseerd tot één organisatie: Inspectie Gezondheidszorg en Jeugd in oprichting. De toevoeging 'in oprichting' is omdat de Inspectie Gezondheidszorg en Jeugd wettelijk gezien (ten tijde van het schrijven van deze actualisatie) nog geen formele naam is.
Medisch deskundige	Arts, tandarts of andere zorgverlener die bij of krachtens de artikelen 36 of 36a van de Wet op de beroepen in de individuele gezondheidszorg (Wet BIG) bevoegd is klinische verantwoordelijkheid te dragen voor een individuele medische blootstelling.
mSv/jaar	Millisievert per jaar: is de maat waarin dosislimieten - wettelijke en biologische limieten voor de bestraling van de mens met ioniserende straling – worden uitgedrukt.
NVDMFR	Nederlandse Vereniging voor DentoMaxilloFaciale Radiologie.
Rbs	Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. De ministeriele regeling die mede invulling geeft aan artikelen in het Besluit Basisveiligheidsnormen Stralingsbescherming.
SBD	Stralingsbeschermingsdeskundige.
TMS thk basis	Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming tandheelkunde basisniveau. Voorheen stralingsdeskundige niveau 5A/M.
TMS thk conebeam CT	Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming tandheelkunde met betrekking tot conebeam CT. Voorheen stralingsdeskundige niveau 4A/M.

Bijlage I Kerncompetentie TMS (tandheelkunde basisniveau)

Kerncompetenties toezichthoudend medewerker stralingsbescherming voor tandheelkunde (basisniveau).

De lijst inclusief EQF-niveaus³⁷ per onderdeel vindt u tevens als bijlage 5.2 onderdeel B1 in de [ministeriele Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming](#).

1. Atomaire structuur, stralingsproductie en interactie van straling
 - Bouw van materie
 - Ionisatie, excitatie
 - Elektromagnetische straling
 - Kwadratenwet
 - Wisselwerking straling met materie; foto–en comptoneffect
 - Afhankelijkheid effecten van fotonenergie
 - Verzwakkingscoëfficiënten en transmissie
2. Radiologische grootheden en eenheden
 - Geabsorbeerde dosis
 - Stralingsweegfactor en equivalente dosis
 - Weefselweegfactoren en effectieve dosis
 - Gray, sievert
3. Fysische eigenschappen van röntgentoestellen
 - Bouw en werking röntgenbuis; productie van straling
 - Stralingskwaliteit en energiespectrum
 - Invloed buisspanning op dosis en contrast
 - Invloed van buisstroom op dosis en contrast
 - Effect van filtering
 - Bundelbegrenzing
4. Principes van stralingsdetectie
 - Dosimeters (zowel persoonlijk als ruimtedosimetrie)
 - Gebruik van dosimeters (zowel persoonlijk als ruimtedosimetrie)
 - Beeldvormende systemen (film, SPP, CCD, CMOS e.a.)
5. Principe van en procedures voor rechtvaardiging
 - Kosten-batenanalyse (rechtvaardiging van het protocol/ de procedure in het algemeen en voor de specifieke patiënt in het bijzonder)
6. Principes van radiobiologie, biologische effecten van straling
 - Interactie van straling en levend weefsel
 - Factoren van invloed op het biologisch effect
 - Stochastische en deterministische effecten
 - Principe van lineaire dosiseffect relatie
7. Risico's op tumoren en erfelijke afwijkingen
 - Latentietijd
 - Genetische effecten

³⁷ European Qualifications Framework for Lifelong Learning. Het betreft een voorstel tot harmonisatie van de verschillende opleidingsniveaus in de landen van de Europese Unie, waarbij niveau 1 het laagste niveau is en niveau 8 het hoogste.

8. Optreden van weefselreacties (deterministische effecten)
9. Algemene principes van stralingsbescherming inclusief optimalisatie
 - Effect van afstand
 - Effect van filtering
 - Effect van diafragmering
 - Rechtvaardiging, ALARA en dosislimieten
 - Afschermende werking van materialen
10. Toepassing van stralingsbescherming
 - Stralingsrisicoinventarisatie en –analyse
 - Persoonsdosimetrie
 - Ruimtedosimetrie
 - Organisatorische maatregelen
11. Toepassing van stralingsbescherming ten opzichte van patiënten
 - Toepassing rechtvaardigingsprincipe
 - Keuze apparatuur
 - Keuze opnametechniek in relatie tot diagnostische vraagstelling
 - Bundelbegrenzing
 - Effecten van filtering
 - Keuze receptor
 - Keuze opnametechniek
 - Beleid van röntgenopnamen en zwangerschap
 - Kwaliteitsbewaking en foutherkenning
 - Gebruik van loodkraag (schild) en loodschort
 - Bepaling van noodzaak overige beschermende maatregelen
12. Toepassing van stralingsbescherming ten opzichte van personeel en medewerkers
 - Wanneer is persoonsdosimetrie noodzakelijk
 - Toezicht op stralingsbescherming in de praktijk
 - Verantwoordelijkheden naar stralingsbeschermingsdeskundige
 - Stralingshandelingen bij zwangerschap
 - Bouwkundige aspecten
13. Diagnostische referentieniveaus
 - Intraorale opnamen
 - Extraorale opnamen
 - Bijzondere opnamen (o.a. CBCT)
 - Vergelijking met andere opnametechnieken
14. Risico bij zwangerschap en voor de foetus
15. Kwaliteitsbewaking en kwaliteitsbevordering
 - Referentiedoses
 - Praktijkinstructies en protocollen
 - Standaardisatie van opnametechniek
 - Beeldoptimalisatie en beeldbewerking
16. Nationale regelgeving en (inter)nationale richtlijnen
 - ICRP-Europese richtlijnen
 - Kernenergiewet en Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming
 - Registratie en vergunning
 - Praktijkrichtlijn (K)NMT en veldnormen

Bijlage II Kerncompetenties TMS (Conebeam CT)

Kerncompetenties toezichthoudend medewerker stralingsbescherming voor tandheerkunde (Conebeam CT). De lijst inclusief EQF-niveaus¹⁸ per onderdeel vindt u tevens als bijlage 5.2 onderdeel B2 in de [ministeriele Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming](#).

0. De inhoud van de opleiding toezichthoudend medewerker stralingsbescherming voor tandheerkunde (basisniveau) wordt bekend verondersteld.
3. Fysische eigenschappen van CBCT
 - Principe van CBCT
 - CBCT systemen
 - Mogelijkheden voor belichtingsinstellingen
 - Selectie volume en resolutie
 - Effect van buisspanning
 - Effect van buisstroom
 - Effect van beam hardening
4. Principes van stralingsdetectie bij CBCT
 - Beeldacquisitiesystemen
 - Principe van CT-beeldreconstructie
 - Partial volume effect
 - 3D-rendering en visualisatie
5. Principe van en procedures voor rechtvaardiging
 - Kosten-batenanalyse (rechtvaardiging van het protocol/de procedure in het algemeen en voor de specifieke patiënt in het bijzonder) met betrekking tot CBCT
10. Toepassing van stralingsbescherming bij CBCT
 - Effect van bundelbegrenzing en beperking Volume of Interest
 - Effect van aantal basisprojecties
 - Effect van opnamehoek
 - Resolutie
 - Risicoanalyse en vereiste afscherming rondom toestel
11. Toepassing van stralingsbescherming ten opzichte van patiënten
 - Effecten van belichtingsinstellingen op de patiëntendosis
12. Toepassing van stralingsbescherming ten opzichte van personeel en medewerkers
 - Stralingsbelasting op de omgeving bij CBCT-toestellen
 - Effecten van belichtingsinstellingen op de omgevingsdosis
13. Diagnostische referentieniveaus
 - Voor verrichtingen met CBCT
15. Kwaliteitsbewaking en kwaliteitsbevordering bij een CBCT
 - Controle op goede werking
 - Vereiste training van gebruiker

¹⁸ European Qualifications Framework for Lifelong Learning. Het betreft een voorstel tot harmonisatie van de verschillende opleidingsniveaus in de landen van de Europese Unie, waarbij niveau 1 het laagste niveau is en niveau 8 het hoogste.

16. Nationale regelgeving en (inter)nationale richtlijnen

- Besluit stralingsbescherming
- Risicoanalyse
- Afscherming rondom CBCT-toestel
- Melding/vergunning
- Rechtvaardiging
- SedentexCT
- Vergelijking met andere opnamemodaliteiten
- Praktijkinstructies en protocollen

17. Interpretatie en diagnostiek

- Anatomie en het normale beeld
- Implantologie
- Endodontologie
- Gnathologie
- Traumatologie
- Overige pathologie
- Herkennen van fouten in belichtingsinstelling, positionering en gevolgen van mechanische problemen.
- Artefacten

Bijlage III Europese basisprincipes gebruik Conebeam CT

EADMF BASIC PRINCIPLES ON THE USE OF CONE BEAM CT

1. CBCT examinations must not be carried out unless a history and clinical examination have been performed
2. CBCT examinations must be justified for each patient to demonstrate that the benefits outweigh the risks
3. CBCT examinations should potentially add new information to aid the patient's management
4. CBCT should not be repeated 'routinely' on a patient without a new risk/benefit assessment having been performed
5. When accepting referrals from other dentists for CBCT examinations, the referring dentist must supply sufficient clinical information (results of a history and examination) to allow the CBCT Practitioner to perform the Justification process
6. CBCT should only be used when the question for which imaging is required cannot be answered adequately by lower dose conventional (traditional) radiography
7. CBCT images must undergo a thorough clinical evaluation ('radiological report') of the entire image dataset
8. Where it is likely that evaluation of soft tissues will be required as part of the patient's radiological assessment, the appropriate imaging should be conventional medical CT or MR, rather than CBCT
9. CBCT equipment should offer a choice of volume sizes and examinations must use the smallest that is compatible with the clinical situation if this provides less radiation dose to the patient
10. Where CBCT equipment offers a choice of resolution, the resolution compatible with adequate diagnosis and the lowest achievable dose should be used
11. A quality assurance programme must be established and implemented for each CBCT facility, including equipment, techniques and quality control procedures
12. Aids to accurate positioning (light beam markers) must always be used
13. All new installations of CBCT equipment should undergo a critical examination and detailed acceptance tests before use to ensure that radiation protection for staff, members of the public and patient are optimal
14. CBCT equipment should undergo regular routine tests to ensure that radiation protection, for both practice/ facility users and patients, has not significantly deteriorated
15. For staff protection from CBCT equipment, the guidelines detailed in Section 6 of the European Commission document 'Radiation Protection 136. European Guidelines on Radiation Protection in Dental Radiology' should be followed
16. All those involved with CBCT must have received adequate theoretical and practical training for the purpose of radiological practices and relevant competence in radiation protection
17. Continuing education and training after qualification are required, particularly when new CBCT equipment or techniques are adopted
18. Dentists responsible for CBCT facilities who have not previously received 'adequate theoretical and practical training' should undergo a period of additional theoretical and practical training that has been validated by an academic institution (University or equivalent). Where national specialist qualifications in DMFR exist, the design and delivery of CBCT training programmes should involve a DMF Radiologist
19. For dento-alveolar CBCT images of the teeth, their supporting structures, the mandible and the maxilla up to the floor of the nose (eg 8cm x 8cm or smaller fields of view), clinical evaluation ('radiological report') should be made by a specially trained DMF Radiologist or, where this is impracticable, an adequately trained general dental practitioner
20. For non-dento-alveolar small fields of view (e.g. temporal bone) and all craniofacial CBCT images (fields of view extending beyond the teeth, their supporting structures, the mandible, including the TMJ, and the maxilla up to the floor of the nose), clinical evaluation ('radiological report') should be made by a specially trained DMF Radiologist or by a Clinical Radiologist (Medical Radiologist)

Bijlage IV De inhoud van het KEW-dossier

Het KEW-dossier bevat alle documenten die betrekking hebben op het installeren en gebruiken van het röntgentoestel en de uitvoering van de stralingshandelingen (het maken van de röntgenopnamen). Het dossier bevat onder andere:

- Certificaat, van alle in de praktijk werkzame tandartsen, dat de deskundigheid van de Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming aangeeft. Deze deskundigheid heeft in de loop der jaren verschillende terminologie gehad, waarvan de stralingsdeskundigheid niveau 5A/M de bekendste is
- In geval van gebruik van een Conebeam CT toestel het certificaat, van alle in de praktijk werkzame tandartsen die indicaties stellen voor CBCT opnamen, dat aangeeft dat de verantwoordelijk Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming specifiek op deze stralingstoepassing in de tandheelkunde geschoold is
- De namen van de behandelend tandartsen die medische verantwoordelijkheid dragen voor radiologische verrichtingen (ANVS verordening artikel 4.1)
- De bewijzen van externe scholing van de werknemers die röntgenopnamen maken
- Bewijzen van gevolgde nascholing in de radiologie en stralingsbescherming van alle personen die zich met stralingshandelingen in de praktijk bezighouden (dus ook assistentes die röntgenfoto's maken (Bbs artikel 5.14 en toelichting))
- Registratie BIG -register
- Naam rechtspersoon, stralingsbeschermingsdeskundige en TMS
- De plaats waar de stralingshandelingen worden verricht (praktijkadres)
- Aanwijzing tandarts(en) - TMS door ondernemer
- Omschrijving taken en verantwoordelijkheden TMS en stralingsbeschermingsdeskundige
- Overzicht van de in gebruik zijnde röntgentoestellen met hun karakteristieken
- Kopie van de registratie van de röntgentoestel(len) of de vergunning
- Stralingsrisicoanalyse (waarin opgenomen/ waaruit blijkt de aard en omvang van de stralingshandeling en de beoordeling van de risico's)
- Uittreksel KvK
- Overzicht organisatorische maatregelen voor dosisreductie, indien van toepassing
- Instructies en werkprotocollen
- Verklaring van de leverancier van het röntgentoestel dat dit aan de wettelijke eisen voldoet bij oplevering; gegevens van de acceptatietest
- Uitkomsten prestatietests (periodieke controle van het röntgentoestel (elektrisch, mechanisch en stralingshygiënisch) inclusief de naam van degene die de meting heeft verricht, de datum en het gebruikte meetinstrument. Een overzicht van de te beoordelen zaken tijdens een prestatietest is weergegeven in [bijlage VI](#)
- Overzicht van gepleegd onderhoud aan de röntgentoestellen
- Eventueel de uitslagen van de persoonsdosimetrie

Het KEW-dossier dient aanwezig te zijn op de locatie (en bewaard tot 5 jaar na dato) waar de stralingshandelingen worden verricht of zijn op een andere manier direct beschikbaar (ANVS verordening artikel 4.1).

Bijlage V Risicoanalyse stralingstoepassingen

Risicoanalyse

Risicoanalyse gericht op de handeling

Uit te voeren voor alle stralingsbehandelingen

Stap 1: Risico-identificatie

- a. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?
- b. Wat zijn de deelhandelingen?
- c. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?
- d. Wat zijn de eigenschappen van de bron of toestel waarmee de handeling wordt uitgevoerd?
- e. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?
- f. Welke personen kunnen blootgesteld worden?
- g. Waar vindt de handeling plaats?
- h. Wat zijn de getroffen maatregelen?

Stap 2: Risicoberekening

- a. Hoe kunnen de werknemers worden blootgesteld aan ioniserende straling?
- b. Wat is de dosis door blootstelling in reguliere omstandigheden?
- c. Wat is de dosis door blootstelling bij en de kans op voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

d. Blijft voor alle blootgestelde personen de totale jaardosis beneden de referentiedosis?
 Ja – ga naar stap 3c
 Nee – ga naar stap 2e → **Verkorte risicoanalyse**

e. wat zijn de risico's van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

Risicoanalyse gericht op de werknemer

Uit te voeren voor alle relevante werknemers

Stap 3: Risico-evaluatie

- a. Wat is de jaardosis van specifieke werknemers?
- b. Wat is op basis van de jaardosis voor specifieke werknemers de juiste indeling van blootgestelde werknemers en zones?

- c. Is voldaan aan ALARA?
- d. Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?

e. Conclusie
 Zijn vragen 3c en 3d met ja beantwoord?
 Ja – Risicoanalyse afgerond
 Nee – Opstellen en implementeren verbeterplan

Figuur 1. Stapplan risicoanalyse stralingstoepassingen.

Bijlage VI Prestatietest

ANVS Verordening, artikel 4.7 controle toestellen

De ondernemer zorgt ervoor dat:

1. Het toestel of de versneller en de beveiligingen ten minste eenmaal per 12 maanden op de deugdelijke werking worden gecontroleerd.
2. De afscherming en het lekstralingsniveau buiten het toestel of de versneller of het apparaat waarin het toestel of de versneller is ingebouwd, ten minste eenmaal per jaar worden gecontroleerd.
3. Na elke demontage of reparatie van een toestel of een versneller een controle op de goede werking, bedoeld in onderdelen a en b, ten aanzien van het toestel of de versneller plaats vindt.

De prestatietest moet worden herhaald ná onderhoud wat invloed zou kunnen hebben op de prestaties van het toestel.

De acceptatietest dient herhaald te worden bij onder andere vervanging van de kop, beschadiging van de behuizing en verplaatsing van het toestel.

Intraoraal

Parameter	Wijze van controleren	Frequentie
Lekstraling* (max. 1 mSv/uur op 1 meter)	Door middel van dosismeter	Jaarlijks
Buisspanning (kilovolt)* (60-70kV, max. afwijking 10%)**	Door middel van dosismeter	Jaarlijks
Belichtingstijd* (max. afwijking van ingestelde tijd 20%)**	Door middel van dosismeter	Jaarlijks
Referentiedosis ondermolaar (4 mGy)	Door middel van dosismeter	Jaarlijks
Veldgrootte* (max. 35x45 mm aan einde tubus)**	Door middel van aantal opnamen of een opname op een grote sensor/fosforplaat	Bij acceptatie
Waarschuwingssignaal bij belichting*	Controle door waarneming	Tijdens gebruik
Werking timer*	Bij loslaten van de exposureknop moet de belichting stoppen	Jaarlijks
Stabiliteit arm en kop*	Niet 'weglopen' na instellen	Tijdens gebruik
Elektrische veiligheid	Visuele controle kabels	Tijdens gebruik
<p>* Deze tests kunnen door de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming zelf worden uitgevoerd door metingen, maar er dienen wel afspraken te worden gemaakt met een geregistreerd stralingsbeschermingsdeskundige over op welke wijze de diverse onderdelen worden gecontroleerd. Voor het doen van prestatietests dient de praktijk of het bedrijf dat hiervoor wordt ingehuurd een vergunning van de ANVS voor deze handeling te hebben (Bbs artikel 3.8)</p> <p>** Radiation Protection 162 Criteria for Acceptability of Medical Radiological Equipment</p>		

Panoramaopname/röntgenschedelprofielfoto (RSP/Ceph.)

Parameter	Wijze van controleren	Frequentie
Lekstraling* (max. 1 mSv/uur op 1 meter)	Door middel van dosimeter	Jaarlijks
Buisspanning (kilovolt)* (70-100kV; max. afwijking 10%)**	Door middel van dosimeter	Jaarlijks
Belichtingstijd* (max. afwijking van ingestelde tijd 20%)**	Door middel van dosimeter	Jaarlijks
Referentiedosis panoramaopname (100mGy/cm ²)	Door middel van dosimeter of een DAP- meter	Jaarlijks
Veldgrootte	Randen veld op opname zichtbaar	Tijdens gebruik
Werking Timer*	Bij loslaten van de exposureknop moet de belichting stoppen. N.B. Sommige toestellen hebben een noodknop.	Jaarlijks
Onderbreking belichting*	Loslaten exposureknop of indrukken noodknop	Jaarlijks
Waarschuwingssignaal bij belichting*	Controle door waarneming	Tijdens gebruik
Indicatielampjes lichten op tijdens belichting*	Controle door waarneming	Tijdens gebruik
Staat statief, behuizing en kabels*	Controle door waarneming	Jaarlijks
Beam alignment	Volgens voorschrift fabrikant; symmetrie en beoordeling lijnparen	Jaarlijks

Uitleg

Algemeen

De onderdelen van de acceptatie- en prestatietests zijn samengesteld uit vereisten volgens het Bbs en uit vereisten volgens de EU richtlijn Radiation Protection 162, Criteria for Acceptability of Medical Radiological Equipment used in Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy.

Het verrichten van prestatietests valt onder de vergunningplicht (Bbs artikel 3.8).

De inhoud van de prestatietests van Conebeam CT toestellen gaat de scope van deze praktijkrichtlijn te buiten. Gezien de aard van deze toestellen zullen deze tests door gespecialiseerde bedrijven/leveranciers moeten worden uitgevoerd. In de EU richtlijn Radiation Protection 162 zijn hiervoor normen te vinden.

Veldgrootte

Is het bestraalde veld gelijk aan de afmeting van de film of sensor? Bij een afwijking moet het diafragma worden aangepast. De controle op de veldgrootte is minder relevant indien het diafragma permanent bevestigd is aan het röntgentoestel en bij de acceptatietest in orde is bevonden.

Onderbreking belichting

Stel de timer in op de langste belichtingstijd. Druk de belichtingsknop in en laat deze direct weer los. Het toestel moet direct stoppen straling te produceren (principe van de dodemansknop).

Akoestisch signaal

Maak een aantal normale belichtingen en controleer of het toestel een akoestisch signaal geeft gedurende de belichting.

Indicatielampjes

Controleer of de indicatielampjes voor de verschillende functies en instellingen van de timer nog werken (ook het visuele signaal dat het toestel straling produceert).

Visuele controle statief, behuizing en kabels

Controleer eens per jaar (lieft frequenter) de mechanische functies (scharnieren e.d.) van de arm en de behuizing van de röntgenbuis. Dit kan door het dental depot worden uitgevoerd tegelijkertijd met de check van de behandelstoel en unit. Als in de periode tussen twee controles de röntgenarm niet stabiel blijft bij het instellen van opnamerichting, moet deze onverwijld worden bijgesteld.

Controleer de behuizing van de röntgenbuis op beschadigingen. Controleer eens per maand de kabels welke zichtbaar zijn op breuk of beschadiging.

Lekstraling (ANVS verordening 4.7 en Radiation Protection 162)

Bij oplevering wordt de buis gecontroleerd en jaarlijks bij de prestatietesten of er geen stralingslekken zijn die op maximaal 1 meter van focus 1 mSv produceren.

kV output (Radiation Protection 162)

De gemeten buisspanning mag niet meer dan 10% afwijken van de ingestelde buisspanning.

Belichtingstijd (Radiation Protection 162)

De gemeten belichtingstijd mag niet meer dan 20% afwijken van de ingestelde belichtingstijd.

Referentiedoses

Referentiedoses worden gemeten door de output van het röntgentoestel te meten met een dosimeter terwijl het toestel is ingesteld voor een normale klinische opname. Voor intraorale toestellen mag de output van het toestel bij instelling voor een ondermolaaropname 4 mGy niet overschrijden. Bij een standaard panoramaopname mag de DAP-waarde (Dose Area Product) niet hoger zijn dan 100mGy/cm².

Beam alignment

Hierbij wordt gecontroleerd of de bundel goed gecentreerd staat, zodat de bundel ook op het midden van de film of sensor terecht komt.

De resultaten van de prestatietest worden geregistreerd, onder vermelding van:

1. de datum van de controle;
2. de naam van de persoon die de controle heeft uitgevoerd;
3. eventuele gebreken en daarop volgende reparaties, en
4. lekstralingsniveaus buiten het toestel.

De uitkomsten van de prestatietest worden geaccordeerd door een stralingsdeskundige (Bbs art. 7.1).

Conebeam CT

Apparatuur en onderhoud (zie ook [bijlage III](#))

- De tandarts moet op de hoogte zijn van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van CBCT-apparatuur en redelijkerwijs beschikken over moderne apparatuur.
- De jaarlijkse (of frequenter naar voorschrift fabrikant) tests en het onderhoud dienen door een ter zake van de Conebeam CT-technologie deskundig persoon te worden uitgevoerd.
- CBCT-apparatuur dient periodiek gecontroleerd te worden conform de lijst zoals opgenomen in de EU richtlijn Radiation Protection 162.

Bijlage VII Voorbeeldprotocollen voor het vervaardigen van intra- en extraorale opnamen

In deze bijlage worden twee voorbeelden gegeven van een schriftelijk protocol voor het vervaardigen van intra- en extraorale opnamen. Het protocol moet worden aangepast al naar gelang de situatie hier aanleiding toe geeft.

Protocol vervaardiging intraorale röntgenopnamen

Dit protocol heeft betrekking op kamer <nummer/aanduiding> en röntgentoestel <merk/type>.

- De opnamen worden belicht met behulp van de automatische timer. Deze moet **JUIST** zijn ingesteld (voor de waarde van x, zie de handleiding van de timer).
- Alle opnamen worden gemaakt met een digitaal sensorsysteem (CCD/CMOS of Storage PhosphorPlate).
- In geval van twijfel over de te volgen opnameprocedure of andere onvoorziene situaties wordt contact opgenomen met <tandarts>.
- Bij twijfel aan de goede werking van het röntgentoestel wordt de opname uitgesteld en contact opgenomen met de tandarts-toezichthoudend medewerker stralingsbescherming.
- De gemaakte opnamen worden beoordeeld door de tandarts, in eerste instantie op kwaliteit, vervolgens op diagnostische inhoud.
- Opnamen worden direct na het vervaardigen toegevoegd aan het patiëntendossier.

OF Als de röntgenbuis niet beschikt over een automatische timer

- Opnamen worden alleen vervaardigd op indicatie van de tandarts.
- De volgende personen zijn gerechtigd tot het maken van opnamen: <naam1>, <naam2>, <naam3>
- Opnamen worden altijd gemaakt met behulp van instelapparatuur, tenzij er redenen zijn dit niet te doen (bijvoorbeeld plaatsbepaling van structuren vanuit een specifieke opnamerichting).
- De opnamen worden belicht volgens de geldende belichtingstabel. (Zie voorbeeld gedifferentieerde belichtingstabel verderop in deze bijlage).

De diagnostische kwaliteit van de opnamen kan worden ingedeeld in drie categorieën. Minimaal 70% van de opnamen moet zonder meer voldoen aan de gebruikelijke kwaliteitseisen. Er moet worden gestreefd naar zo min mogelijk opnamen die om kwaliteitsredenen moeten worden overgemaakt; het aantal opnamen in deze categorie mag in elk geval niet meer zijn dan 10%.

Schema: Categorieën diagnostische kwaliteit intraorale röntgenopnamen

Categorie	Na te streven frequentie
Opname is volledig correct met betrekking tot de positionering en beeldkwaliteit; alle diagnostische informatie is beschikbaar.	Minimaal 70%
Opname vertoont fouten met betrekking tot de positionering en beeldkwaliteit; maar de gewenste diagnostische informatie is beschikbaar.	20%
Opname is diagnostisch onbruikbaar.	Maximaal 10%

Datum: dd/mm/jjjj

Protocol vervaardiging extraorale röntgenopnamen

Dit protocol heeft betrekking op kamer <nummer/aanduiding> en röntgentoestel <merk/type>.

- Opnamen worden alleen vervaardigd op indicatie van de tandarts.
- De volgende personen zijn gerechtigd tot het maken van opnamen: <naam1>, <naam2>, <naam3>
- In geval van twijfel over de te volgen opnameprocedure of andere onvoorziene situaties wordt contact opgenomen met <tandarts>.
- Bij twijfel aan de goede werking van het röntgentoestel wordt de opname uitgesteld en contact opgenomen met de tandarts- toezichthoudend medewerker stralingsbescherming.

In geval van panoramische röntgenopnamen:

- De belichtingsinstellingen (zoals tijd, kV en mA) worden geselecteerd in overeenstemming met de leeftijd en bouw van de patiënt.
- Het type opname wordt gekozen in overeenstemming met de diagnostische vraagstelling.
- Oorbellen, haarspelden en andere metalen objecten worden afgedaan; bij aanwezigheid van een frame of prothese wordt deze uitgedaan.
- De patiënt bijt met de incisieven in de richel van het beetblokje. Bij een edentate patiënt wordt de kin/lipsteun gebruikt.
- Het hoofd van de patiënt is verticaal geplaatst overeenkomstig de verticale lijn van het lichtvizier.
- De cuspidaatlijn van het lichtvizier verloopt ter hoogte van het contactpunt van de ze incisief en de cuspidaat, zonodig de positie van patiënt of toestel aanpassen.
- De horizontale lijn van het lichtvizier verloopt parallel aan een lijn van de uitwendige gehoorgang naar de neuspunt.
N.B. Niet alle apparaten hebben elk van deze lichtlijnen; raadpleeg de handleiding van het toestel voor de dan te gebruiken instellingen.
- De patiënt houdt de handgrepen van het toestel vast en doet een stap naar voren, zodat de wervelkolom gestrekt wordt.
- De patiënt wordt geïnstrueerd de tong tegen het gehemelte te houden tijdens de opname.

In geval van een schedelprofielopname:

- De belichtingsinstellingen (zoals tijd, kV en mA) worden geselecteerd in overeenstemming met de leeftijd en bouw van de patiënt.
- De patiënt wordt gefixeerd met de oordoppen.
- De Frankfurter horizontale is zoveel mogelijk horizontaal.
- De patiënt bijt dicht in centrale occlusie.

De gemaakte opnamen worden beoordeeld door de tandarts, in eerste instantie op kwaliteit, vervolgens ook op diagnostische inhoud. Opnamen worden direct na het vervaardigen toegevoegd aan het patiëntendossier. De diagnostische kwaliteit van de opnamen kan worden ingedeeld in drie categorieën. Minimaal 70% van de opnamen moet zonder meer voldoen aan de gebruikelijke kwaliteitseisen. Er moet worden gestreefd naar zo min mogelijk opnamen die om kwaliteitsredenen moeten overgemaakt; het aantal opnamen in deze categorie mag in elk geval niet meer zijn dan 10%.

Schema: Categorieën diagnostische kwaliteit extraorale röntgenopnamen

Categorie	Na te streven frequentie
Opname is volledig correct met betrekking tot de positionering en beeldkwaliteit; alle diagnostische informatie is beschikbaar.	Minimaal 70%
Opname vertoont fouten met betrekking tot de positionering en beeldkwaliteit; maar de gewenste diagnostische informatie is beschikbaar.	20%
Opname is diagnostisch onbruikbaar.	Maximaal 10%

Datum: dd/mm/jjjj

Belichtingstabel

Voorbeeld van een gedifferentieerde belichtingstabel. De getallen zijn verhoudingsgetallen, welke moeten worden omgerekend naar echte belichtingstijden. Indien een goede belichtingstijd voor één locatie is gevonden, kunnen de andere situaties eenvoudig daarvan worden afgeleid.

Voorbeeld gedifferentieerde belichtingstabel

Bovenkaak	Melkgebit	40	40		60		
	Volwassene	80	80	100	125		
		I	C	P	M	BW-P	BW-M
Onderkaak	Volwassene	60	60	80	100	100	125
	Melkgebit	40	40		50	50	60