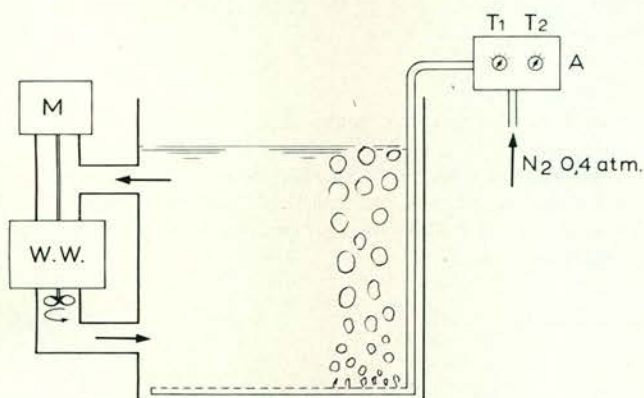


DE INVLOED VAN AGITATIE OP DE ZWARTING VAN TANDFILMS

A. C. M. VAN DE POEL
H. P. M. OTTEN

In de literatuur wordt door een aantal auteurs aangegeven, dat agitatie van de ontwikkelaar het ontwikkelproces beïnvloedt. Waarbij onder agitatie wordt verstaan dat de film en de ontwikkelaar ten opzichte van elkaar worden bewogen. Dit kan worden bereikt door 1. de film voortdurend of intermitterend in de vloeistof te bewegen (de in de tandheelkundige praktijk meest toegepaste methode), 2. de vloeistof ten opzichte van de film te laten bewegen (dit kan worden bereikt door de ontwikkelaar in de tank rond te pompen (afb. 1) of



Afb. 1. Schematische weergave van de proefopstelling. De ontwikkeltank is uitgerust met een tweetal agitatiesystemen, te weten: een rondpompsysteem en één met behulp van een intermitterende stikstofstroom.

- M = aandrijfmotor van de schroef, die de ontwikkelvloeistof rondpompt.
W.W. = warmtewisselaar om de ontwikkelaar op constante temperatuur te houden.
A = bedieningspaneel waarin de elektromagnetische ventielen voor het reguleren van de stikstofstroom zijn ondergebracht.
 T_1 en T_2 = tijdschakelaars; hiermee kan het interval tussen en de tijdsduur van de stikstofstroom worden ingesteld.

door een 'inert' gas, bijvoorbeeld stikstof (N_2), onderin de tank te spuiten) en 3. moleculaire agitatie. Dit laatste is een heel recent ontwikkelde manier. De agitatie wordt hierbij opgewekt door middel van een ultrasone generator.

Ives en Jensen toonden in 1943 bij zwart-wit films voor filmcamera's aan, dat met heftige agitatie van de

Uit de afdeling Tandheelkundige Röntgenologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.
Hoofd: Dr. A. C. M. van de Poel.

toegepaste ontwikkelaars, de Kodak D 16 en de D 17, de zwarting van deze film 30-100 % ten opzichte van dezelfde zonder agitatie ontwikkelde film, kon toenemen. Plasschaert en König konden in 1970 een zwartingstoename bij tandfilms van 40 %, alléén ten gevolge van het agiteren van het ontwikkelbad, vaststellen. Tenslotte vermeldden in 1971 Alcox en Waggener dat bij het toepassen van een constante agitatie de ontwikkeltijd met 20 % kan worden teruggebracht. Hieruit zou kunnen worden opgemaakt, dat agitatie van de ontwikkelaar van praktische betekenis zou kunnen zijn in de tandheelkundige röntgenologie: hetzij dat voor het bereiken van een hogere zwarting van de film met een kortere belichtingstijd zou kunnen worden volstaan met als gevolg een lagere exposie voor de patiënt (uit het oogpunt van stralenbescherming een pluspunt), hetzij dat voor het verkrijgen van de optimale zwarting korter zou kunnen worden ontwikkeld. Daar echter in de literatuur het toegepaste type film en/of ontwikkelaar afwijkt van de in de tandheelkunde gebruikte type en/of dat de beschrijving van het experiment vaag of onvolledig is, werd het navolgende onderzoek uitgevoerd.

Materiaal en methode

Onderzocht werd de invloed van agitatie van de ontwikkelaar op de zwarting van de tandfilm. Hiertoe werden vergeleken de sluiswaarde en de zwartingscurven van de tandfilm Kodak Morlite Ultra Speed, DF 57, ontwikkeld in de conventionele ontwikkelaar voor röntgenfilms (Kodak DX 80) in een verhouding van 1 deel ontwikkelaar op 4 delen water, met en zonder agitatie gedurende 4 en 2 minuten bij 20°C. Dit programma werd uitgevoerd met een verse ontwikkelvloeistof en nog eens herhaald nadat dit bad gedurende 4 weken was gebruikt.

Als methoden van agiteren werden toegepast:

1. Een rondpompsysteem. Met behulp van een pompje werd de inhoud van de ontwikkeltank voortdurend rondgepompt met een dusdanige snelheid dat de inhoud van de tank ± 3 x per uur circuleerde.
2. Een stikstofstroom. Hiertoe werd via een geperforeerde buis vanaf de bodem van de tank intermitterend met een interval van 10 sec. gedurende 3 sec.

stikstof onder druk (0,4 atm.) de ontwikkeltvloeistof ingeblazen.

De *zwartingscurve* werd vervaardigd met behulp van opnamen met olopende belichtingstijden van een 4 mm dikke aluminium strip (toestel General Electric 90 II, 50 kV, 10 mA, focus-filmafstand 42,5 cm). De *sluierwaarde* werd bepaald op een onbelicht gedeelte van de film.

Als norm voor het vergelijken van de resultaten werd het beeld genomen, dat ontstond bij 4 minuten ontwikkelen op 20°C zonder agitatie. De toegepaste films werden identiek belicht en waren steeds van hetzelfde emulsienummer.

Alle proeven werden drie maal herhaald. Ten einde de resultaten niet te beïnvloeden, werd voor een serie proeven steeds uitgegaan van hetzelfde ontwikkelbad en werden alle proeven in dezelfde tank uitgevoerd. Deze was voorzien van een circulaitepomp en stikstofinjectie-installatie en was zo geconstrueerd dat ieder systeem afzonderlijk kon functioneren (afb. 1).

Resultaten

De sluierwaarden voor de verschillende manieren van ontwikkelen staan vermeld in tabel I. De *zwartingscurven* worden weergegeven in de afb. 2 t/m 5. Hieruit

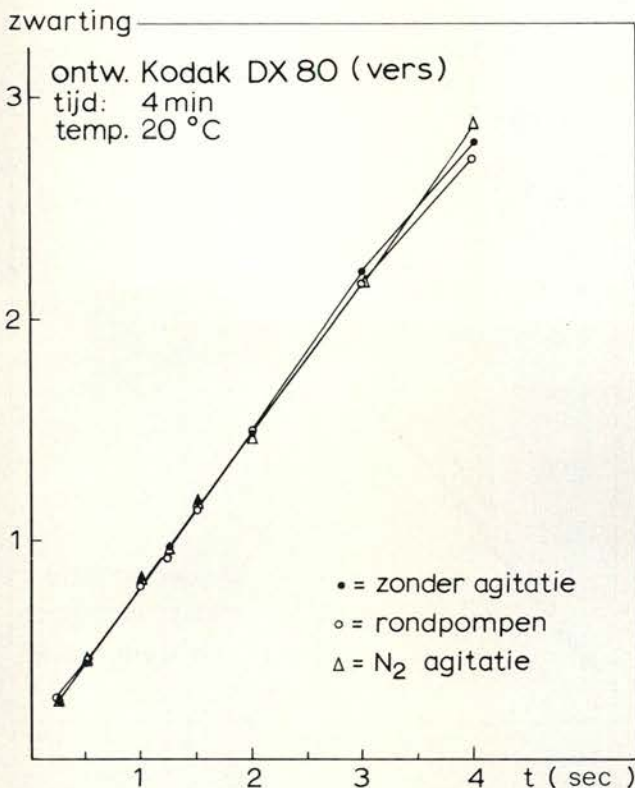
Tabel I. De sluierwaarden.

Ontwikkeltijd	4 minuten	2 minuten	
Vers	O	0,18	0,21
	RP	0,20	0,18
	N ₂	0,18	0,20
Oud	O	0,20	0,20
	RP	0,21	0,18
	N ₂	0,19	0,19

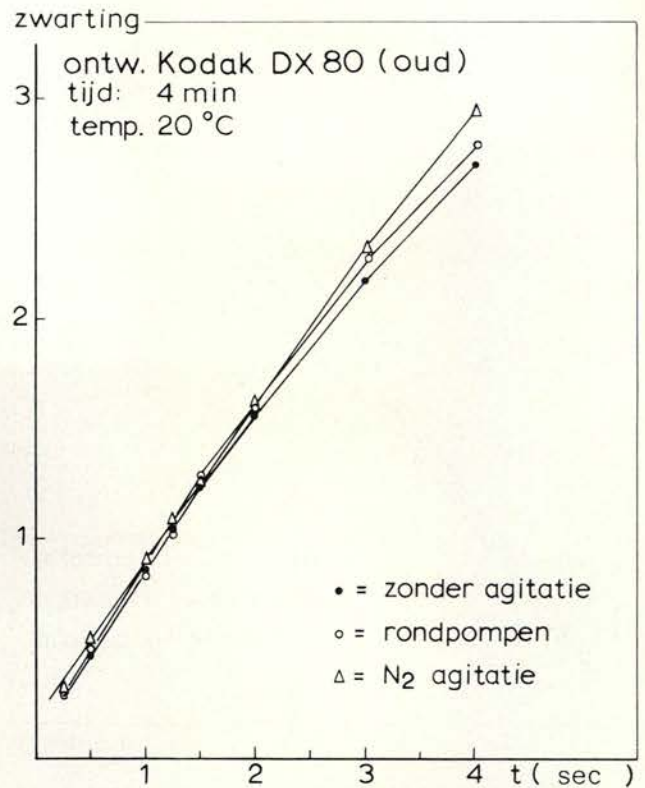
O = zonder agitatie; ontwikkelaar: Kodak DX 80;

RP = rondpompen; film: Kodak Morlite Ultra Speed, DF 57;

N₂ = stikstofagitatie; temperatuur: 20 °C.



Afb. 2. Zwartingscurven gemaakt door middel van opnamen met olopende belichtingstijden van een 4 mm dikke aluminium strip op de film Kodak Morlite Ultra Speed, DF 57. Toestel: General Electric 90 II, 50 kV, 10 mA, focus-filmafstand 42,5 cm. De verschillen in zwarting zijn vrij gering.



Afb. 3. Zwartingscurven gemaakt door middel van opnamen met olopende belichtingstijden van een 4 mm dikke aluminium strip op de film Kodak Morlite Ultra Speed, DF 57. Toestel: General Electric 90 II, 50 kV, 10 mA, focus-filmafstand 42,5 cm. De verschillen in zwarting zijn vrij gering.

blijkt dat bij gebruik van een 'verse' ontwikkelaar en een ontwikkeltijd van 4 minuten vrijwel geen verschil in zwarting optreedt tussen het resultaat van het ontwikkelen zonder en met agitatie met behulp van stikstof zowel als met rondpompen.

De invloed van de stikstofagitatie komt het duidelijkst naar voren bij het verkorten van de ontwikkeltijd tot 2 minuten. De andere zwartingscurven verlopen dan lager. Bij een 'oude' ontwikkelvloeistof is de invloed van de agitatie op de hoogte van de zwartingscurven groter dan bij een 'verse' (afb. 3 en 5). Die van agiteren met behulp van een stikstofstroom is vooral bij kort (2 minuten) ontwikkelen het meest effectief. De toename van de zwarting in procenten ten gevolge van de diverse manieren van agiteren van het ontwikkelbad staan vermeld in tabel II.

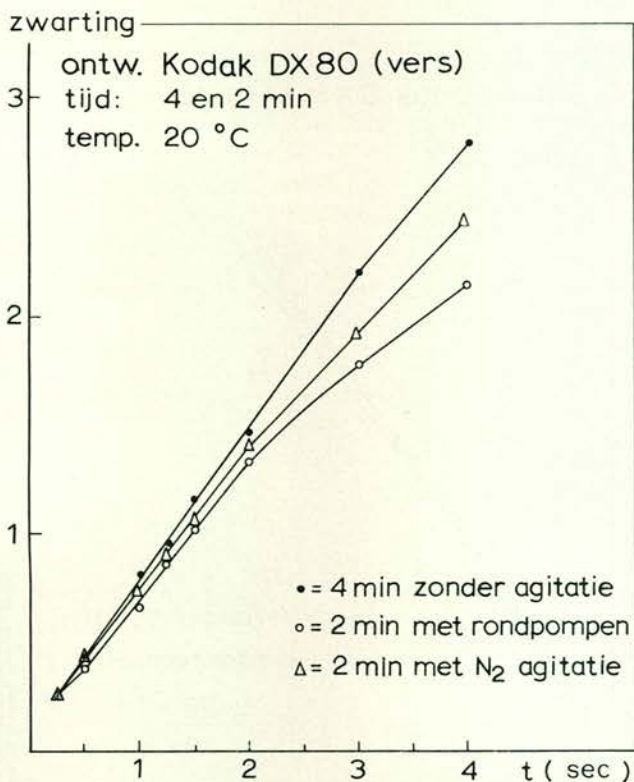
Discussie

De sluiswaarden liggen allemaal rond de $D(\text{ensity}) = 0,2$, dit wil zeggen dat de films onder de geteste

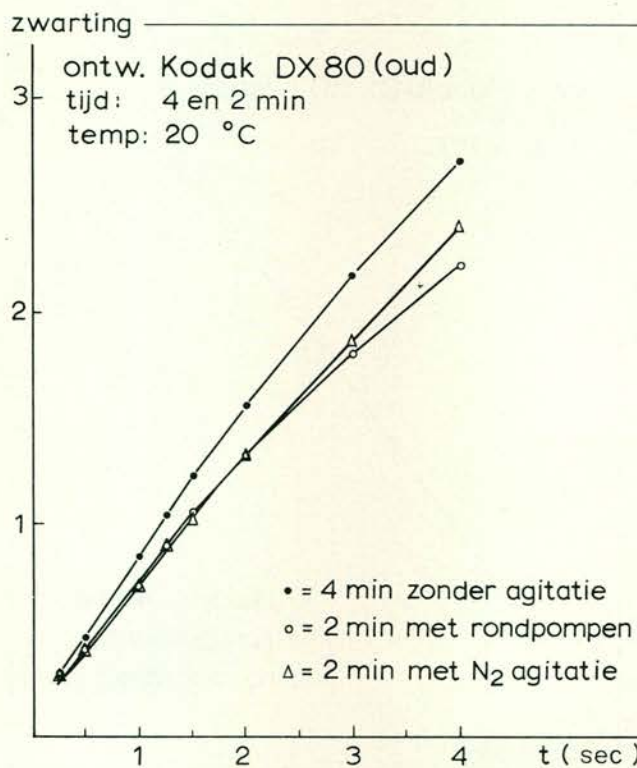
omstandigheden voldoende transparant blijven. De gevonden verschillen in zwarting bij de onderzochte manieren van agiteren zijn bij de normale ontwikkelduur (4 minuten) maar klein. Bij het verouderen van het bad worden zij weliswaar wat groter, maar zijn klinisch nog van geen betekenis. De invloed van agitatie op het ontwikkelproces is een gevolg van het voortdurend vernieuwen van de grenslaag, dit is de direct tegen het filmmoppervlak aangelegen laag ontwikkelaar. Hierin vindt de diffusie plaats. Door in deze laag de samenstelling van de ontwikkelaar gelijk te houden aan die in de tank kan deze diffusie met een maximale snelheid

Tabel II. De zwartingstoename in % ten gevolge van de toegepaste agitatie.

	Vers		Oud	
Ontwikkeltijd in minuten	4	2	4	2
Agitatie door middel van rondpompen	2,5	1	3	1
Agitatie door middel van stikstofstroom	5	15	11	9



Afb. 4. Zwartingscurven gemaakt door middel van opnamen met opeenvolgende belichtingstijden van een 4 mm dikke aluminium strip op de film Kodak Morlite Ultra Speed, DF 57. Toestel: General Electric 90 II, 50 kV, 10 mA, focus-filmafstand 42,5 cm. De zwartingscurven verkregen door middel van de films ontwikkeld gedurende 2 minuten met agitatie blijven duidelijk achter bij die van de standaard.



Afb. 5. Zwartingscurven gemaakt door middel van opnamen met opeenvolgende belichtingstijden van een 4 mm dikke aluminium strip op de film Kodak Morlite Ultra Speed, DF 57. Toestel: General Electric 90 II, 50 kV, 10 mA, focus-filmafstand 42,5 cm. De zwartingscurven verkregen door middel van de films ontwikkeld gedurende 2 minuten met agitatie blijven duidelijk achter bij die van de standaard.

plaatshebben. Vandaar ook dat vooral bij een 'oud' bad agiteren een duidelijker gevolg op de zwarting van de film heeft. De stikstofagitatie had in dit opzicht het meeste effect. Deze was echter niet groot genoeg om van praktische betekenis te zijn voor de algemeen-practicus, in de zin van dat korter ontwikkelen en/of korter belichten van de film hierdoor mogelijk is. Immers bij een ontwikkeltijd van 2 minuten bleven de zwartingscurven te ver onder die verkregen met behulp van het conventionele proces.

Bij een periodiek verversen van het ontwikkelbad – om de 4 à 5 weken – onafhankelijk van het aantal erin ontwikkelde films, zijn de onderzochte manieren van agiteren niet van praktische betekenis voor wat betreft de intensiteit van de zwarting van de tandfilms. De in de literatuur vermelde percentages van zwartingstoename van $\pm 40\%$ (Plasschaert en König, 1970) konden niet door ons worden aangetoond evenmin als een reëel inkorten – dit is met 50 % of meer – van de ontwikkeltijd.

Conclusie

De onderzochte manieren van agiteren, te weten met een intermitterende stikstofstroom en met een zogenaamd rondpompsysteem bleken niet van praktische betekenis voor de algemeen-practicus te zijn, daar zij noch een verkorten van de ontwikkeltijd, noch een verkorten van de belichtingstijd mogelijk maken.

Samenvatting:

Nagegaan werd de invloed van agitatie, door middel van rondpompen en een intermitterende stikstofstroom, op de zwarting van de tandfilm. Hiertoe werden zwartingscurven vervaardigd en de sluiswaarde bepaald. De onderzochte manieren van agiteren bleken niet van betekenis voor de algemeen-practicus te zijn, daar de films niet korter konden worden belicht en/of ontwikkeld, dit in afwijking van wat hierover in de literatuur wordt vermeld.

Summary:

Title: The influence of agitation on the density of the dental radiograph.

An investigation was done upon the influence of agitation of the developer on the density of the dental radiograph by means of a round pump and an intermittent nitrous gas burst. Compared were density curves and the amount of base plus fog. This investigation has shown that the two agitation systems were of no consequence for the general dental practice. The results obtained showed that the films could not be exposed or developed in a shorter period of time.

Literatuur:

1. Alcox, R. W. Waggener, D. T. (1971): Status report on rapid processing devices for dental radiographic film. J Am Dent Assoc 83: 1330.
2. Ives, C. E., Jensen, E. W. (1943): J Soc Mot Pict Eng 40:107.
3. James, T. H. (1966): The kinetics of development. The theory of the photographic process. The The Macmillan Company, New York. P. 356.
4. Plasschaert, A. J. M., König, K. G. (1970): Sources of variation of density of dental radiographs obtained under field conditions of exposure and processing. J Dent Res 49: 686.

Maart 1973.

Philips van Leydenlaan 25,
Nijmegen.

ONDERWIJSRESEARCH

Het tandheelkundig onderwijs, zoals dat aan de verschillende universiteiten wordt gegeven, is onmiskenbaar in beweging. Niet alleen de manier waarop het wordt gegeven, maar ook wat er wordt geboden.

Daarnaast is het onderwijs zelf onderwerp van onderzoek geworden. Een neerslag van deze ontwikkeling wordt teruggevonden in beide hierna volgende artikelen en het is daarom dat de Redactie heeft gemeend deze te moeten opnemen.

Redactie