

## ONDERZOEK

## DE KWALITEITEN VAN DE KODAK-EKTASPEED-RÖNTGENFILM

P. F. VAN DER STELT

H. T. KWEE

L. W. J. VAN DER LINDEN

Trefwoorden: Röntgenologie - Röntgenfilms

## Inleiding

Bij het maken van röntgenopnamen dient ernaar te worden gestreefd de hiervoor benodigde hoeveelheid straling zo laag mogelijk te doen zijn, ten einde de dosis voor de patiënt te beperken. Een belangrijke factor hierbij is de gevoeligheid van de film voor röntgenstraling. Een gevoelige film geeft bij een zelfde hoeveelheid straling een hogere zwarting in vergelijking tot een minder gevoelige film. De stralenbelasting is dus lager bij gebruik van een gevoelige film. Voortdurend hebben de fabrikanten getracht de gevoeligheid van de film te vergroten.

Een film kan gevoeliger worden gemaakt door *meer* zilverbromide-kristallen in de emulsie op te nemen of door *grotere* kristallen te gebruiken. Dit kan echter niet in onbeperkte mate gebeuren. Wanneer de toename van het aantal zilverbromide-kristallen leidt tot een dikkere emulsielaag, dan wordt het ontwikkelproces nadelig beïnvloed. Bij te grote kristallen wordt de weergave van kleine details vermindert. Vergroting van de filmgevoeligheid dient de beeldkwaliteit niet nadelig te beïnvloeden.

Tabel I. Indeling van de filmgevoeligheid in groepen. (Barr en Stephens, 1980.)

Groep	Reciproke waarde van de exposie (R) bij D = 1
A	1.5 - 3
B	3 - 6
C	6 - 12
D	12 - 24
E	24 - 48
F	48 - 96

Uit de afdeling Tandheelkundige Radiologie  
(hoofd: Dr. P. F. van der Stelt)  
van de vakgroep Conserverende Tandheelkunde  
(voorzitter: Prof. Dr. C. O. Eggink)  
van de Vrije Universiteit te Amsterdam.

In 1955 is door Eastman Kodak Co. de Ultraspeed®-film geïntroduceerd. Deze film (en een aantal later op de markt gekomen merken) combineerde een goede detailweergave en een gunstige verhouding tot de hiervoor vereiste hoeveelheid straling.

Onlangs is een nieuwe film op de markt gebracht, Kodak Ektaspeed®, waarmee volgens opgave van de fabrikant een halvering van de benodigde hoeveelheid straling kan worden bereikt (Silha, 1981). De gevoeligheid is dus verdubbeld. De gangbare classificatie voor de filmgevoeligheid (ANSI standaard PH 2-1970) geeft een indeling in een aantal groepen, aangeduid met de letters A, B, C enz. Elke volgende groep is tweemaal zo gevoelig als de daaraan voorafgaande (zie tabel I). Volgens deze indeling valt de Ultraspeed-film in groep D. De Ektaspeedfilm behoort dan tot groep E. Om na te gaan of bij de sterke toename in gevoeligheid van de Ektaspeed-film de beeldkwaliteit niet minder is dan die van reeds bekende filmtypen, is een vergelijkend onderzoek uitgevoerd. Hierin is de Ektaspeed-film op een aantal criteria vergeleken met de reeds bekende Ultraspeed-film.

## Criteria en methode

De Ektaspeed-film en de Ultraspeed-film zijn met elkaar vergeleken op grond van de volgende criteria:

## a. Zwartingscurve

De zwartingscurve geeft het verband weer tussen de hoeveelheid straling en de resulterende zwarting op de film (afb. 1). Uit de zwartingscurve is een aantal kenmerken

## Samenvatting:

Een gevoeliger film resulteert in een lagere dosis voor de patiënt. Dit mag echter niet ten koste gaan van de kwaliteit. In dit onderzoek is de kwaliteit van de Ektaspeed®-films ten opzichte van de bekende Ultraspeed®-films onderzocht. De volgende eigenschappen zijn bekeken: de zwartingscurve (sluierwaarde, gradiënt en gevoeligheid), de detailweergave, de korrel en de gevoeligheid voor doka-licht.

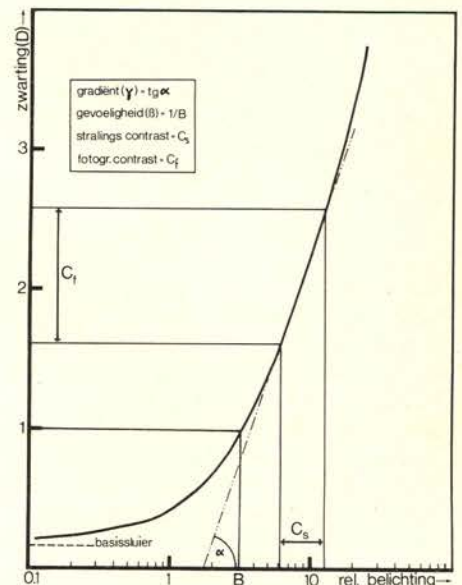
Tevens zijn ergonomische criteria in het onderzoek betrokken en is een subjectief oordeel van een aantal tandartsen gevraagd over de film.

De zwartingscurve van de Ektaspeed-film verliep gelijk aan die van de Ultraspeed, behalve in de hoge zwartingsgebieden. De contrastweergave is vrijwel gelijk. De gevoeligheid van de Ektaspeed-film was ca. 1.8 maal zo groot. Voor de andere eigenschappen waren beide films vergelijkbaar. Nadeel is dat de Ektaspeed-film voorlopig nog in slechts twee formaten leverbaar is (ANSI 1.0 en 1.2).

Op grond van deze resultaten kan worden geconcludeerd dat de Ektaspeed-film een belangrijke bijdrage is aan het op veiligere wijze bedrijven van de radiodiagnostiek in de tandheelkunde.

van de betreffende film af te leiden (ASA, 1974):

- sluierwaarde: de zwarting van een onbelichte, ontwikkelde film;



Afb. 1. Een zwartingscurve ter verduidelijking van de begrippen sluierwaarde, gradiënt ( $\gamma$ ), gevoeligheid ( $1/B$  bij  $D = 1$ ), stralingscontrast ( $C_s$ ) en resulterend fotografisch contrast ( $C_1$ ).

- gradiënt: de helling van de zwartingscurve in het lineaire deel (volgens de ASA-specificaties tussen  $D = 0.25$  en  $D = 2.00$ ), waaruit het verband blijkt tussen een verschil in bestraling (bestralingscontrast) en het verschil in zwarting (fotografisch contrast) dat daar het gevolg van is;
- gevoeligheid: gedefinieerd als de reciproke waarde van de bestraling in röntgen die nodig is voor een zwarting  $D = 1$ .

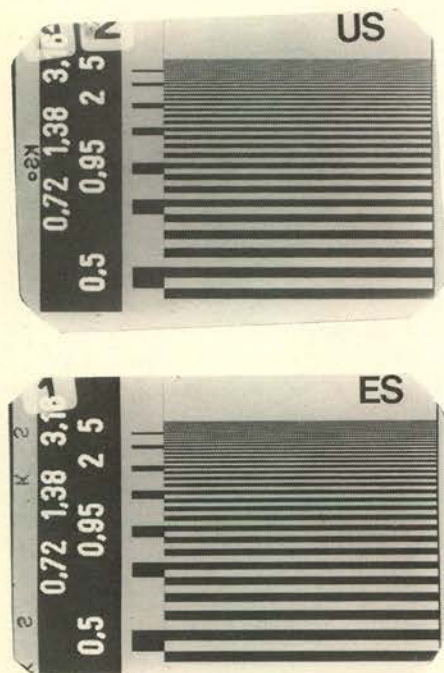
De zwartingscurve is bepaald door films bij verschillende belichtingstijden te bestralen en de resulterende zwarting te meten met een densitometer (Macbeth TD 502). Tevens zijn opnamen gemaakt van een testwig, bestaande uit een aluminium trapje met dikten oplopend van 0.5 tot 11 mm. Er is een vergelijking gemaakt tussen de contrastweergave van beide filmtypen bij een gemiddeld gelijke zwarting.

b. Detailweergave

De weergave van kleine details is beoordeeld op opnamen van testbeelden (Siemens type 12). Het aantal lijnen dat per millimeter wordt afgebeeld is een maat voor de detailweergave van de betreffende film (afb. 2).

c. Korrel

Onder het begrip 'korrel' worden in het algemeen twee verschillende kenmerken verstaan:



Afb. 2. Opnamen van een testpatroon (Siemens type 12), waarop de detailweergave kan worden afgelezen als LP/mm. US: Kodak Ultraspeed-film; ES: Kodak Ektaspeed-film.

- De korreligheid van het beeld zoals waargenomen met het blote oog. Dit is voornamelijk een gevolg van statistische fluctuaties in de fotonenstroom van de röntgenbundel (quantum-ruis). De korreligheid is op subjectieve wijze door een aantal tandartsen beoordeeld.
- De korrel ten gevolge van de grootte van de zilverbromide-kristallen in de emulsie. Hiervoor is een microscopische beoordeling uitgevoerd (vergroting 400x).

d. Gevoeligheid voor doka-licht

Alhoewel een röntgenfilm relatief ongevoelig is voor de kleur licht die uitgezonden wordt door een doka-lamp, veroorzaakt deze bij langdurige belichting een sluier op de foto. Het is denkbaar dat een gevoelige film eerder sluier zal vertonen dan een minder gevoelige film. Er is nagegaan welke invloed doka-licht met een Kodak ML-2-filter (rood-oranje) heeft op de Ektaspeed-film. De sterkte van de doka-lamp was 15 watt en de afstand van lamp tot film 1.50 m.

e. Ergonomische criteria

Hieronder worden verstaan de verkrijgbaarheid van de film en de afmeting waarin de film wordt geleverd.

f. Subjectieve beoordeling

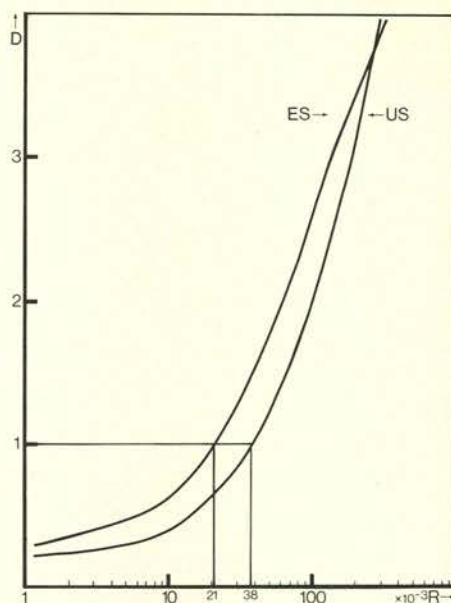
Een aantal tandartsen (vertrouwd met het gebruik van de Kodak Ultraspeed-film) heeft ieder 150 films in de praktijk, volgens voorschrift van de fabrikant, gebruikt en beoordeeld in het kader van hun praktijkvoering.

Het onderzoek is uitgevoerd met films van het type Kodak Ultraspeed (badgenr. 568-6034) en Kodak Ektaspeed (badgenr. 5301511105) van het formaat 31x41 mm (ANSI type 1.2). De expiratedatum was voor beide typen films dezelfde (maart 1983, ten tijde van het onderzoek nog een termijn van 14 à 15 maanden). De opnamen zijn gemaakt met een Ritter Explorer bij 65 kV. De films zijn met de hand, gestandaardiseerd, ontwikkeld in Kodak Dental Developer (4½ min., 20 °C) en gefixeerd in Kodak Dental Fixer.

Resultaten

a. Zwartingscurve

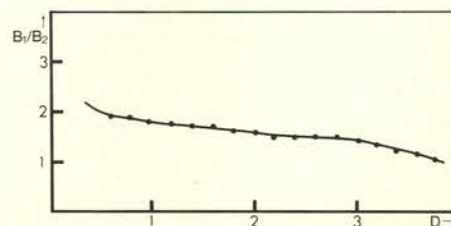
De zwartingscurve voor beide filmtypen is weergegeven in afbeelding 3. De gradiënt van beide filmtypen is in het gebied van  $D = 1$  tot  $D = 3$  vrijwel gelijk. De contrastweergave is dus ook vrijwel gelijk in dit gebied. De curve van de Ektaspeed-film ligt meer naar links hetgeen ook te verwachten was. Een zwarting  $D = 1$  wordt voor Ektaspeed



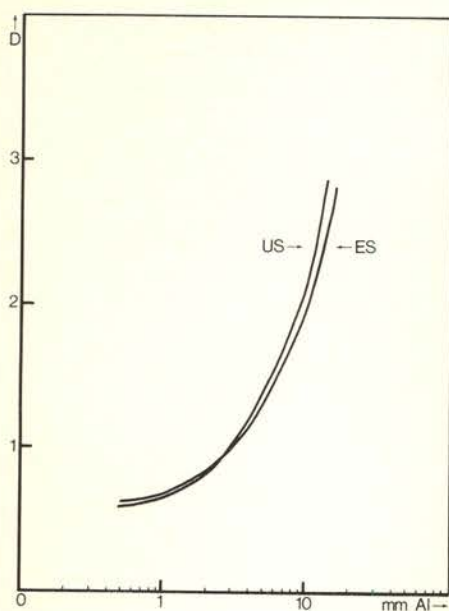
Afb. 3. De zwartingscurves van Kodak Ultraspeed-film (US) en Kodak Ektaspeed-film (ES).

bereikt bij een exposie van  $21 \times 10^{-3}R$  en voor Ultraspeed bij  $38 \times 10^{-3}R$ . De reciproke waarden zijn respectievelijk 48 en 26. Volgens tabel I valt Ektaspeed in groep E/F en Ultraspeed in groep D/E. Ektaspeed is 1.8 maal gevoeliger dan Ultraspeed (verhouding van de reciproke belichtingswaarden bij  $D = 1$ ). Deze verhouding neemt voor hogere zwartingswaarden in het lineaire gebied van de curve iets af. In afbeelding 4 is de verhouding tussen beide zwartingscurves grafisch weergegeven. Opvallend is dat bij hoge zwartingswaarden de curve van de Ektaspeed-film minder steil gaat lopen en zelfs die van de Ultraspeed-film kruist. Voor de filmkwaliteit heeft dit weinig betekenis omdat dit buiten het praktisch bruikbare deel van de curve (tot ongeveer  $D = 3$ ) valt.

De sluierwaarde was gelijk voor beide films en bleek te liggen op  $D = 0.17 \pm 0.01$ . De opnamen van de aluminium-testwig bevestigden de gegevens verkregen uit de bepaling van de zwartingscurve. Voor hogere zwartingswaarden heeft de Ektaspeed-film een minder steil verloop dan de Ultraspeed-film. De contrastweergave op de Ektaspeed-film is hier dus iets minder, zij het in zeer geringe mate.



Afb. 4. De verhouding in vereiste belichting voor verschillende zwartingswaarden van Kodak Ultraspeed- en Kodak Ektaspeed-film.



Afb. 5. Curve van de zwartingen op de opnamen van een aluminium-testwig van 0.5 tot 11 mm, met Kodak Ultraspeed (US)- en Kodak Ektaspeed (ES)-film.

#### b. Detailweergave

Beide films gaven een correcte weergave van het testpatroon. Een scheidend vermogen van meer dan 5 LP/mm (lijnenparen per millimeter) werd op beide films ruimschoots bereikt (afb. 2).

#### c. Korrel

Met het blote oog was er geen verschil waarneembaar in de korrel van beide typen films. Microscopisch was de korrelstructuur van de Ektaspeed-film enigszins grover dan die van de Ultraspeed-film.

#### d. Gevoeligheid voor doka-licht

Ektaspeed-films konden 8 minuten worden blootgesteld aan het directe licht van de doka-lamp zonder dat een waarneembare sluier ontstond. Dit is ruimschoots voldoende voor het normaal verwerken van de films.

#### e. Ergonomische criteria

Volgens opgave van de importeur (Kodak Nederland) zijn de Ektaspeed-films in Nederland leverbaar vanaf september 1982. Voorlopig zullen dan alleen de formaten 1.0 (22 × 35 mm) en 1.2 (31 × 41 mm) verkrijgbaar zijn. Omdat men bij gebruik van de Ektaspeed-film met aanmerkelijk kortere belichtingstijden kan volstaan is het noodzakelijk een nieuwe belichtingstabel te maken. In sommige gevallen zal het röntgenapparaat moeten worden aangepast in verband met de korte belichtingstijden. In de *discussie* zal hier nader op worden ingegaan.

#### f. Subjectieve beoordeling

In de praktijk zagen de tandartsen, om wier oordeel was gevraagd, geen verschil in kwaliteit met de Ultraspeed-film die zij gewend waren te gebruiken. De (voorgescreven) vermindering van de belichtingstijd tot iets meer dan de helft gaf, wat de zwarting betreft, goede resultaten. Dit oordeel is in overeenstemming met de gegevens verkregen uit de zwartingscurven. Wel was hen – wanneer de films in natte toestand werden bekeken – de iets grovere korrel opgevallen.

#### Conclusies

Uit de zwartingscurves blijkt dat de Ektaspeed-film een zelfde zwarting geeft als de Ultraspeed-film bij 50 tot ca. 75% van de belichtingstijd van de laatste. Gemiddeld is de Ektaspeed-film dus bijna twee maal zo gevoelig. Dit geeft een aanmerkelijke stralingsreductie voor de patiënt bij het maken van röntgenopnamen.

Alhoewel de zwartingscurves niet geheel parallel verlopen is het verschil zo gering dat de contrastweergave van beide films niet zichtbaar zal verschillen.

De detailweergave van beide films is vergelijkbaar en de korrel van de Ektaspeed-film is met het blote oog gezien niet grover.

Doka-licht (met een juist filter) heeft geen merkbare invloed op de zwarting bij het normaal verwerken van de films. Kwalitatief is de Ektaspeed-film derhalve vergelijkbaar met de Ultraspeed-film, terwijl een lagere bestraling vereist is bij een zelfde zwarting.

#### Discussie

Op grond van stralingshygiënische overwegingen is het gebruik van de Ektaspeed-film zeer gunstig, terwijl de kwaliteit van de beelden niet minder is dan die van reeds langer verkrijgbare films.

De Ektaspeed-film is gevoeliger voor straling. Er dient dus een vermindering van de belichting plaats te vinden. *Nooit* mag deze aanpassing bestaan uit korter ontwikkelen bij gelijkblijvende belichting. De kwaliteit van het röntgenbeeld gaat achteruit en het voordeel van een dosisreductie gaat teloor.

Een juiste aanpassing is op twee manieren mogelijk:

#### a. Verkorting van de belichtingstijd.

Een reductie van de belichtingstijd met een factor 0.6 zal foto's opleveren die overeenkomen met het resultaat dat men gewend was te krijgen.

#### b. Vergroting van de focus-filmafstand.

Indien de tijdschakelaar zeer korte tijden niet kan aangeven, moet de afstand van het focus tot de film vergroot worden door verlenging van de conus. De intensiteit van de straling ter plaatse van de film zal dan minder zijn. Met behulp van de 'kwadratenwet' is te berekenen dat een vergroting van de focus-filmafstand met een factor 1.3 overeenkomt met een intensiteitsvermindering met een factor 0.6.

Wel dient men nu het diafragma van het röntgenapparaat zodanig te verkleinen dat het bestraalde gebied ter plaatse van de film weer een diameter van ca. 6 cm heeft.

Voorlopig is de film nog slechts in twee formaten leverbaar. Het is wenselijk dat spoedig ook formaat 1.1 (2.4 × 40 mm) aan het assortiment wordt toegevoegd en zo mogelijk ook de andere bekende formaten. Wanneer immers naast Ektaspeed- ook Ultraspeed-films moeten worden gebruikt voor verschillende opnamegebieden, dan werkt dit gemakkelijk fouten in de hand bij het instellen van de gewenste belichtingstijd.

Wordt in dit verband één van beide wijzen van aanpassen (verkorting van de belichtingstijd of vergroting van de focus-filmafstand) toegepast, dan is de Ektaspeed-film een zeer belangrijke bijdrage aan het op veiliger wijze kunnen bedrijven van de radiodiagnostiek in de tandheelkunde.

#### Summary:

Title: The qualities of the Ektaspeed®X-ray film.

Film sensitivity is directly related to the X-ray dose for the patient. More sensitive films need lower doses. However, this should not affect the quality of the film. The recently developed Kodak Ektaspeed®X-ray film is much more sensitive than the films available until now.

In this study the quality of Ektaspeed films has been investigated in comparison with the known Ultraspeed® film. The following features have been considered: the characteristic curve (fog, gradient and filmspeed), image resolution, graininess and the sensitivity to safe-light. Besides, ergonomic criteria have been considered and a number of dentists have been requested to give their subjective opinion about the film. The characteristic curve of the Ektaspeed film showed the same slope as compared to that of the Ultraspeed film except for higher density levels. So the photographic contrast is almost equal for both films. The film-speed of the Ektaspeed film was 1.8 times larger in comparison with the Ultraspeed film.

In respect of the other features both films were comparable.

It is a disadvantage that the Ektaspeed film will be available in only two sizes for the time being in the Netherlands (ANSI 1.0 and 1.2).

On account of these results it may be concluded that the Ektaspeed film means an important contribution to a more safe usage of radiodiagnosis in dentistry.

#### Literatuur:

1. *American Standards Association* (1974): American standard method for the sensitometry of X-ray films. ASA PH2.9.

2. *Barr, J. H., Stephens, R. G.* (1980): Dental Radiology, hfdst. 3 en 5. Saunders Company, Philadelphia.
3. *Fleming, R. D.* (1971): A comparative sensitometric X-ray film study. *Oral Surg* 31: 701-718.
4. *Henrikson, C. O.* (1963): The speed contrast of dental films. *Acta Radiol (New Series)* 1: 66-80.
5. *Silha, R. E.* (1981): The new Kodak Ektaspeed Dental X-ray film. *Dent Radiol Phot* 54: 32-35.

Juni 1982. Adres: Dr. P. F. van der Stelt,  
De Boelelaan 1115,  
1081 HV Amsterdam.

## REDACTIONEEL

### HET NEDERLANDS TIJDSCHRIFT VOOR TANDHEELKUNDE EN DE NEDERLANDSE TAAL

*'De taal is gansch het volk.'*

Het motto dat aan deze bijdrage is meegegeven mag mogelijk wat veelvuldig gebruikt zijn, het geeft wel aan hoezeer de taal het meest bindende element is voor allen die zich Nederlander noemen. Dagelijks zijn wij er bij monde en bij geschrifte mee bezig. De taal vormt het voornaamste cultuurbezit van een volk, want meer dan wat ook is zij voor allen gemeenschappelijk ongeacht rang, stand of opleidingsniveau. Zij is ons sociale instrument bij uitstek.

De wetenschappelijke en vooral de technologische ontwikkeling van de twintigste eeuw maakt echter niet altijd de indruk bij te dragen tot de bloei van het taalgebruik. Het tegendeel lijkt eerder waar. Weliswaar werd door de verfijning van de informatiemedia nog nooit zoveel door en voor mensen gesproken en geschreven. Kranten, radio, telefoon en televisie, om maar een keuze te maken, zijn deze eeuw gemeengoed geworden. Het gemiddelde ontwikkelingspeil van de bevolking is aanmerkelijk gestegen en het onderwijs voor bredere kringen toegankelijk

geworden. Kortom er valt een welhaast revolutionaire toename waar te nemen in de omvang, de verspreiding en uitwisseling van kennis. De stormachtige ontwikkeling van elektronische tekstverwerking en -overdracht zal hier nog het nodige aan toevoegen. Het eind is nog niet in zicht. Analfabeten zijn schaars in dit land.

Toch mag men zich afvragen of deze stijging in kwantiteit ook de kwaliteit ten goede komt. Bij het ontbreken van al die boven aangeduide hulpmiddelen was het in vroeger tijden – en dat was in feite nog maar kort geleden – de eigenhandig en met zorg geschreven brief, die het alleenrecht bezat om kond te doen van persoonlijk nieuws, zakelijke berichtgeving, maar ook van wetenschappelijke ontdekkingen. Men denke slechts aan de brieven van onder meer Van Leeuwenhoek gericht aan de secretaris van de Royal Society te Londen nog geen 300 jaar geleden. Geleerden publiceerden door elkaar brieven te schrijven.

Het schrijven vergt een grotere mate van zorgvuldigheid in het taalgebruik dan bij spreken het geval is. Het ge-

sproken woord is vluchtig, het geschrevene blijft. Op dit laatste berust dan ook het verschil tussen spreektaal en schrijftaal. De woordenstroom van de spreker moet doorgaan; hij kan zich geen lange onderbreking veroorloven ten overstaan van zijn hopelijk geboeid en als regel onwrikbaar aan de stoel vastgenageld gehoor. De schrijver daarentegen kan zijn geestesproduct over een onbepaalde spanne tijds vervolmaken; hij kan het in alle vrijheid laten liggen en weer oppakken. Het zal duidelijk zijn dat niet alle taalgebruik gelijk is en dat de geschreven taal controleerbaar, reproduceerbaar en daarom maatgevend is voor het culturbesef van wie haar hanteert. Het blijft dus een waagstuk.

Wie de taal gebruikt is bezig de taal te herscheppen of hij nu spreekt of schrijft. Het collectief van een volk herschept en verandert dus dagelijks de taal. Wie schrijft draagt daarbij de grootste verantwoordelijkheid voor het in stand houden van ons cultuurbezit. Milieuvervuiling, wij lezen het dagelijks, is een sluipend kwaad. Zo is het ook met de taalvervuiling gesteld. Radio en televisie geven daarvan soms schrille voorbeelden. Het lijkt vaak een modieus verschijnsel om platte benamingen uit de achterbuurt (bestaat die nog?) te hanteren, zelfs waar dat niet functioneel is. Voor het gebruik van schuttingwoorden in de ondertite-