

# Schatting van NTA-concentratie in Nederlands oppervlaktewater bij vervanging van fosfaten uit wasmiddelen

## 1. Inleiding

Een van de ernstigste vervuilingen van het Nederlandse oppervlaktewater ontstaat thans door de hoge fosfaatbelasting, waardoor ernstige eu- en hypertrofie is veroorzaakt [1, 2]. Deze jaarlijkse belasting van het Nederlandse oppervlaktewater door fosfaat wordt o.a. veroorzaakt door wasmiddelen (40 - 45 %) en door uitscheiding van de mens (30 %) [3].

Doordat momenteel bij rioolwaterzuivering de fosfaten nog niet worden verwijderd, is het noodzakelijk op een of andere wijze

Nederlandse oppervlaktewater is afhankelijk van:

1. De hoeveelheid NTA, die per jaar in Nederland op het oppervlaktewater wordt geloosd.
2. De hoeveelheid NTA, die per jaar in Nederland aan het oppervlaktewater wordt toegevoerd via het Rijnsysteem.
3. Het volume van het Nederlandse oppervlaktewater.
4. De afbraaksnelheid van NTA.
5. De verversingsnelheid van het Nederlandse oppervlaktewater.

### 2.1. De hoeveelheid NTA, die per jaar in Nederland op het oppervlaktewater wordt geloosd

Per jaar wordt in Nederland ongeveer 10 mln kg P in wasmiddelen verbruikt [4]. Deze 10 mln kg P komt echter niet volledig in het zoete Nederlandse oppervlaktewater en er moeten dus enkele correcties toegepast worden:

— Directe lozing van huishoudelijk afvalwater in zee: 1,4 - 1,8 mln kg P. Dit betreft vooral de Haagse agglomeratie en voorts een aantal plaatsen in Groningen, Friesland, Zuid-Holland, Zeeland en Noord-Brabant. Geschat wordt, dat dit afvalwater van ca. 1,3 mln inwoners betreft, ofwel ca. 1,6 mln kg P per jaar [3].

— Lozing van huishoudelijk afvalwater op de grote rivieren: 1,2 - 1,5 mln kg P. Dit betreft, naast een aantal kleinere gemeenten, vooral Rotterdam, Schiedam, Vlaarding en Dordrecht. Geschat wordt, dat ruim 1 mln inwoners rechtstreeks op de rivieren lozen, ofwel ca. 1,3 mln per P per jaar [3].

— Grondlozingen: 0,3 mln per kg P. In Drente, Overijssel, Gelderland en Limburg wordt door een gedeelte van de bevolking het afvalwater in de grond geloosd. Dit betreft maximaal ca. 0,25 mln inwoners, of wel 0,3 mln kg P per jaar [3].

Van deze fosfaatvrucht is 45 %, t.w.  $45 \times (1,6 + 1,3 + 0,3) = 1,4$  mln kg P afkomstig van wasmiddelen en de jaarlijkse belasting van het Nederlandse oppervlaktewater door P uit wasmiddelen bedraagt dus momenteel  $10 - 1,4 = 8,6$  mln kg P. De verhouding tussen natriumfosfaat (uitgedrukt in P) en NTA als vervangingsmiddel bedraagt 1 : 2, zodat dit neerkomt op een belasting van het Nederlandse oppervlaktewater van 17,2 mln kg NTA per jaar. (Bij deze omrekening wordt het zuur NTA beschouwd en niet het eventueel in de

wasmiddelen gebruikte trinitriumzout van NTA). Nog niet in aanmerking is genomen, dat, gezien de hogere stabilisatieconstante van het CaNTA-complex t.o.v. het Catrifosfaatcomplex, in principe met minder NTA volstaan kan worden.

Ook de berekende 17,2 mln kg NTA zal niet volledig in het Nederlandse oppervlaktewater terecht komen, aangezien nu in Nederland ongeveer 30 % van het afvalwater in zuiveringsinrichtingen gezuiverd wordt. Hierbij wordt het NTA voor 70 % afgebroken [5]. De volgende correctie moet dus toegepast worden:

	NTA per jaar
Ongezuiverd afvalwater	17,2 mln
Afbraak tijdens zuivering ( $0,7 \times 30 = 21$ %)	3,6 mln
	<hr/> 13,6 mln

De hoeveelheid NTA, die per jaar in Nederland op het oppervlaktewater zal worden geloosd, bedraagt derhalve ten hoogste 13,6 mln kg.

### 2.2. De hoeveelheid NTA, die per jaar in Nederland aan het oppervlaktewater wordt toegevoerd via het Rijnsysteem

Indien ook in Duitsland alle fosfaten in de wasmiddelen vervangen zouden worden door NTA, zal het Nederlandse oppervlaktewater tevens belast worden met een hoeveelheid NTA, die aangevoerd wordt via de Rijn.

Deze hoeveelheid zal afhangen van:

1. De hoeveelheid NTA in wasmiddelen gebruikt in het stroomgebied van de Rijn.

2. De hoeveelheid NTA, die wordt afgebroken:

- in zuiveringsinstallaties (50 % huishoudelijk afvalwater gezuiverd [6]);
- in de Rijn tijdens het verblijf (20 % geschat).

3. Het percentage van de Rijnafvoer, dat op ons oppervlaktewater terecht komt (20 %) [3].

Deze factoren in aanmerking genomen, komt men tot de volgende berekening:

1. Jaarafvoer Rijn: 40 - 60 mln kg P [3]	50 mln kg P
45 % hiervan afkomstig van wasmiddelen	22,5 mln kg P
Bij vervanging door NTA	45 mln kg NTA
2. Hiervan wordt een deel afgebroken in zuiveringsinrichtingen:	
Ongezuiverd afvalwater	45 mln kg NTA
Gezuiverd (0,70 x 50 %)	15,7 mln kg NTA
	<hr/> 29,3 mln kg NTA

Gesteld wordt dat van deze in de Rijn



H. L. GOLTERMAN  
Limnologisch Instituut,  
Nieuwersluis



R. H. VAN WEELDEN  
Limnologisch Instituut,  
Nieuwersluis

de eutrofiëring door fosfaten te vertragen. Dit is mogelijk, door het fosfaat in wasmiddelen te vervangen door het biologisch afbreekbare nitrilotriazijnzuur (NTA).

Hoewel deze vervanging het fosfaatprobleem niet oplost, zal er toch een belangrijke vermindering optreden in de fosfaatbelasting van het Nederlandse oppervlaktewater, waardoor tijd gewonnen wordt om meerdere maatregelen te nemen, zoals een derde trap bij zuiveringsinstallaties voor fosfaatverwijdering uit het effluent. Echter, ook na invoeren van deze 'derde trap', zal de vervanging van fosfaten vereist blijven. Immers, voorkomen is altijd beter dan genezen, d.w.z. het is altijd beter iets niet toe te voegen, dan het eerst toe te voegen en het er later weer uit te halen.

De vervanging van fosfaten door NTA heeft echter tot gevolg, dat het Nederlandse oppervlaktewater belast zal worden met een grote hoeveelheid NTA. Naar aanleiding van de hierdoor ontstane vragen naar bijvoorbeeld eventuele toxiciteit wordt in dit artikel een schatting gemaakt van de te verwachten NTA-concentratie in het Nederlandse oppervlaktewater, gebruikmakend van in de literatuur vermelde afbraaksnelheid.

## 2. Factoren waarvan de NTA-concentratie afhangt

De verwachte concentratie van NTA in het

geloosde hoeveelheid NTA tijdens het verblijf ongeveer 20 % wordt afgebroken, zodat er via de Rijn 23,4 mln kg NTA ons land binnengevoerd wordt. Een preciese schatting van dit percentage is zeer moeilijk, daar het afhangt van de gemiddelde gewogen verblijftijd.

3. Van de Rijnafoer komt 20 % terecht in het Nederlandse oppervlaktewater. Dit betekent, dat de hoeveelheid NTA, die per jaar in Nederland aan het oppervlaktewater wordt toegevoerd via het Rijnstelsel bedraagt: 4,7 mln kg NTA.

N.B.: Indien geen rekening gehouden wordt met de afbraak tijdens het verblijf in de Rijn, betekent dit, dat de belasting dan 5,9 mln kg NTA bedraagt.

### 2.3. Het volume van het Nederlandse oppervlaktewater

Het volume van het Nederlandse oppervlaktewater wordt hoofdzakelijk bepaald door het IJsselmeer met daarbij de jaarlijkse doorstroming van de Rijn en de afgesloten zeearmen in Zeeland. Het totale volume van het Nederlandse oppervlaktewater is ongeveer 12 km<sup>3</sup> [7].

### 2.4. De afbraaksnelheid van NTA

De afbraaksnelheid van NTA is afhankelijk van verschillende factoren zoals temperatuur, concentratie, aanwezigheid van substraat en wellicht ook lichtinval. De meeste onderzoeken naar afbraaksnelheden zijn verricht in zuiveringsinrichtingen, waarbij afbraaksnelheden (in dit artikel gedefinieerd als halfwaarde tijd, d.w.z. het aantal dagen waarin de concentratie gehalveerd wordt) gevonden worden in de orde van grootte van enkele uren. Hoewel Gudernatsch een halfwaardetijd van 1 à 2 dagen in vervuild rivierwater (Rijn) [8] vond, lijkt een schatting van de halfwaardetijd voor de afbraak van NTA in open water van 5 ('s zomers) à 10 dagen ('s winters) aannemelijk [9].

Uitgaande van de 1e graadsvergelijking

$$\frac{dC}{dt} = -k'C$$

waarin:

C = concentratie NTA  
t = tijd  
k' = afbraakcoëfficiënt

levert dit een afbraakcoëfficiënt van k' = 0,138 dag<sup>-1</sup> voor een halfwaardetijd van 5 dagen, terwijl een halfwaardetijd van 10 dagen een afbraakcoëfficiënt van k' = 0,069 dag<sup>-1</sup> oplevert. Een halfwaardetijd van 2 dagen levert k' = 0,35 dag<sup>-1</sup>.

### 2.5. De verversingssnelheid van het Nederlandse oppervlaktewater

Bij de berekening van de verversingscoëfficiënt is rekening gehouden met een gemiddelde doorstroming van het Nederlandse oppervlaktewater van tweemaal per jaar \*. Dit levert een verversingscoëfficiënt k'' = 0,0055 dag<sup>-1</sup>.

Berekening van de verversingscoëfficiënt van NTA:

$$\frac{dC}{dt} = -k''C$$

waarin:

C = concentratie NTA  
t = tijd  
k'' = verversingscoëfficiënt = 0,0055

Het is duidelijk, dat de verdunning door de doorstroming geen rol speelt in vergelijking met de afbraaksnelheid. Er is derhalve niet getracht de doorstroming nader te precisieren.

### 3. Schattingen

Gezien de moeilijk te beramen bijdrage van het Rijnsysteem worden er twee schattingen gemaakt:

— In de eerste schatting wordt uitgegaan van de meest ongunstige situatie, namelijk die, waarbij het in de Rijn geloosde NTA niet wordt afgebroken.

— In een tweede schatting wordt er van uitgegaan, dat de in de Rijn geloosde hoeveelheid NTA tijdens het verblijf voor 20 % wordt afgebroken.

De uiteindelijke NTA-concentratie van het Nederlandse oppervlaktewater wordt als volgt berekend:

De concentratie wordt maximaal indien de

concentratieverandering ( $\frac{dC}{dt}$ ) nul is:

$$\frac{dC}{dt} = a - k'C - k''C = 0$$

dus: a = C (k' + k'')

waarin:

a = NTA per dag geloosd  
k'C = afbraak per dag  
k''C = verversing per dag

#### 3.1. 1e schatting

Totale belasting Nederlands oppervlaktewater:

\* Volume = 12 km<sup>3</sup>.

Toevoer:  
20 % van totale Rijndebiet = 14 km<sup>3</sup> +  
neerslag — verdamping = 10 km<sup>3</sup>  
24 km<sup>3</sup>

1. Interne belasting (2.1) 13,6 mln kg NTA  
2. Via Rijn niet afgebroken (2.2) 5,9 mln kg NTA  
+ ———  
19,5 mln kg NTA

Volume Nederlands oppervlaktewater (2,3): 12 km<sup>3</sup>.

Belasting:

$$a = \frac{19,5}{365 \times 12} \times \frac{10^{12}}{10^9} \text{ mg NTA} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{dag}^{-1}$$

$$= 4,5 \text{ mg NTA} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{dag}^{-1}$$

halveringstijd	afbraak + verversingscoëff.	concentratie
2 dagen	0,35 + 0,0055 = 0,36 dag <sup>-1</sup>	13 mg · m <sup>-3</sup>
5 dagen	0,138 + 0,0055 = 0,144 dag <sup>-1</sup>	31 mg · m <sup>-3</sup>
10 dagen	0,069 + 0,0055 = 0,075 dag <sup>-1</sup>	60 mg · m <sup>-3</sup>

#### 3.2. 2e schatting

Totale belasting Nederlandse oppervlaktewater:

1. Interne belasting (2.1) 13,6 mln kg NTA  
2. Via Rijn, 20 % afgebroken (2.2) 4,7 mln kg NTA  
+ ———  
18,3 mln kg NTA

Volume Nederlands oppervlaktewater (2,3): 12 km<sup>3</sup>.

Belasting:

$$a = \frac{18,3}{365 \times 12} \times \frac{10^{12}}{10^9} \text{ mg NTA} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{dag}^{-1}$$

$$= 4,2 \text{ mg NTA} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{dag}^{-1}$$

halveringstijd	afbraak + verversingscoëff.	concentratie
2 dagen	0,35 + 0,0055 = 0,36 dag <sup>-1</sup>	12 mg · m <sup>-3</sup>
5 dagen	0,138 + 0,0055 = 0,144 dag <sup>-1</sup>	29 mg · m <sup>-3</sup>
10 dagen	0,069 + 0,0055 = 0,075 dag <sup>-1</sup>	56 mg · m <sup>-3</sup>

### 4. Conclusie

Uit deze schattingen blijkt, dat de te verwachten concentratie aan NTA in het zoete Nederlandse oppervlaktewater, wanneer alle fosfaat in wasmiddelen door NTA vervangen wordt, in de meest ongunstige situatie 60 mg NTA m<sup>-3</sup> zal worden.

In dat geval wordt uitgegaan van een halveringstijd van 10 dagen, terwijl aangenomen is, dat de in de Rijn geloosde NTA niet afgebroken wordt.

In een gunstigere situatie, waarbij gesteld wordt dat het NTA tijdens het verblijf in de Rijn voor 20 % wordt afgebroken, zal de concentratie, bij een halfwaardetijd van 5 dagen, dalen tot 29 mg NTA m<sup>-3</sup>.

Een verdere concentratieverlaging kan nog bewerkstelligd worden door gebruik te maken van het feit, dat NTA een veel sterker chelaat is dan tripolyfosfaat. Dit betekent, dat in feite volstaan kan worden met een kleine overdosering, zodat de ver-

houding tussen natriumtrifosfaat en NTA als  $H_3NTA$  1 : 1,43 kan bedragen. De gemiddelde concentratie van NTA zal in het Nederlandse plassewater dan zelfs teruglopen dat 23 mg NTA  $m^{-3}$ . Wanneer uit dergelijk water drinkwater wordt bereid, zal deze concentratie bijv. door chlorering nog verder dalen.

Het is duidelijk, dat ter plaatse van een lozing, in een rivier bijv., hogere concentraties kunnen voorkomen. Deze kunnen dicht bij de lozing oplopen tot ongeveer 1 g  $m^{-3}$ . Op deze plaatsen zijn ook de concentraties van de andere stoffen, die geloosd worden nog zo hoog, dat drinkwaterwinning ter plaatse toch niet mogelijk is.

Gezien de huidige onzekerheden omtrent de afbraaksnelheid van NTA in het Nederlandse oppervlaktewater zal een nauwkeurigere schatting dan de hier gevonden waarden van 29 tot 60 mg NTA  $m^{-3}$  niet mogelijk zijn. Teneinde meer zekerheid hieromtrent te verkrijgen is een uitgebreid onderzoek naar de biologische afbraaksnelheid van NTA in het Nederlandse oppervlaktewater van bijzonder veel belang. De afbraaksnelheid is zoveel groter dan de verversingssnelheid van het water dat deze laatste factor van slechts geringe betekenis is.

Het is voorts van belang erop te wijzen, dat NTA onder invloed van licht sneller wordt afgebroken dan in het donker, zodat het zeer wenselijk lijkt de afbraak van NTA in bijv. proefvijvers nader te bestuderen.

#### Literatuur

1. Golterman, H. L., *H<sub>2</sub>O* 3, 209 (1970).
2. Golterman, H. L., *H<sub>2</sub>O* 6, 3 (1973).
3. *Waterverontreiniging met afbreekbaar organisch en eutrofiërend materiaal*. Rapport CBS, 1972, blz. 91 - 104.
4. Memorandum over de Rijn en het eutrofiëringsvraagstuk in Nederland. *H<sub>2</sub>O* 6, 478 (1973).
5. Voorlopig rapport werkgroep fosfaten van de sectie milieuchemie van de KNCV.
6. Mededeling RIZA.
7. Scholte-Ubing, D. W.: *Kwaliteit van oppervlaktewater in Nederland*. IG-TNO, rapport A 68, 2e herziene druk, mei 1973.
8. Gudernatsch, „gwf“-wasser/abwasser 115, 417 (1974).
9. Progress report No. 2 National NTA monitoring program. Water Qual. Branch, Int. Waters Directorate. Dep. of Env. Canada 1973.

