

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee
adviesdienst vliissingen.

notitie WWKZ-83.V342

Bibliotheek



projectcode							
V	8	2	0	5	A	5	5

aan : RWS Directie Zeeland
van : Adviesdienst Vliissingen (auteurs J.W. Daamen en G. Bitter)
datum : 19 oktober 1983
onderwerp : Het verloop van de concentraties langs de Westerschelde na een momentlozing van een conservatieve stof te Doel.

Samenvatting.

In het kader van het waterkwaliteitsonderzoek op de Westerschelde, dat bij de Adviesdienst Vliissingen voor verschillende doeleinden wordt uitgevoerd, is een aantal berekeningen gemaakt die het effect van een momentlozing van 100 ton conservatieve stof ter hoogte van de grens Nederland-België beschrijven.

De resultaten zijn bruikbaar voor het afschatten van het effect van een momentlozing van willekeurige grootte op deze plaats, aangezien de effecten lineair zijn (een lozing van 10 ton geeft 10x zo lage concentraties).

Uit de resultaten blijkt dat een dergelijke lozing aanleiding geeft tot maximum concentraties te Bath, Hansweert en Vliissingen van respectievelijk 300 à 375 µg/l, 55 à 80 µg/l en 100 à 15 µg. Het tijdstip waarop deze max. concentraties optreden is voor de bovengenoemde 3 stations respectievelijk 2, 10 en 40 à 50 dagen na lozing.

Het verloop van de concentratie in de tijd is voor verschillende permanente afvoeren van de Schelde (20, 50, 80, 140 en 200 m³/s) weergegeven op de bijlagen 1 t/m 5.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V342
 datum: oktober 1983
 bladnr: 1

. 1. INLEIDING.

In het kader van het waterkwaliteitsonderzoek op de Westerschelde is de vraag opgekomen naar een inzicht in het effect van een calamiteit ter hoogte van de grens Nederland-België waarbij men met name kan denken aan een eventueel vrijkomen van radioactiviteit in het koelwater van de centrale te Doel.

Aangezien radioactiviteit voor dit probleem zeer lange halfwaardetijden heeft, kan het voor de onderhavige berekeningen worden beschouwd als conservatieve stof (d.w.z. dat wordt aangenomen dat de stofconcentraties alléén wijzigen door afvoer en verdunning met rivierwater, en dat andere processen zoals adsorptie, reacties met andere stoffen, afname radioactiviteit e.d. verwaarloosd zijn).

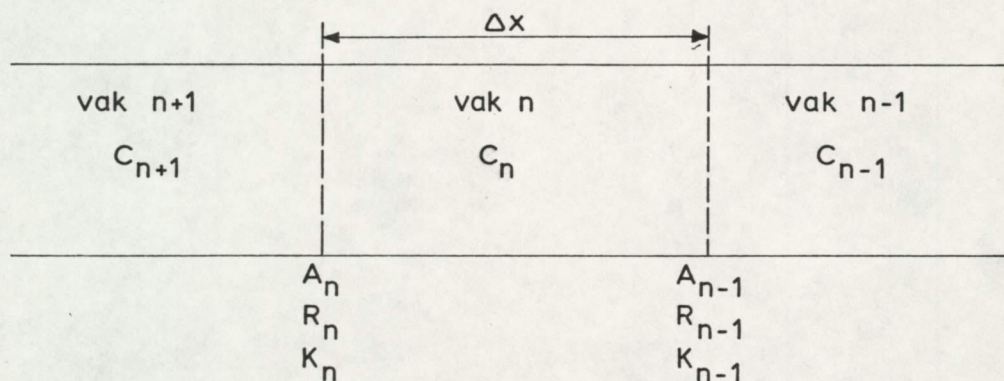
Bovendien is het proces van afvoer en verspreiding als lineair te beschouwen, zodat men uit de resultaten van een momentlozing van een bepaalde omvang (de basislozing) het effect van grotere of kleinere lozingen terug kan rekenen door de berekende concentraties te vermenigvuldigen met de verhoudingsfactor "omvang onbekende lozing/omvang basislozing". Wanneer de hoeveelheid geloosde stof bij een calamiteit bekend is, kan zodoende uit de hier gepresenteerde berekeningsresultaten op snelle wijze bepaald worden hoe groot de maximum concentraties in de Westerschelde zullen worden, en wanneer ze zullen optreden.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V342
 datum: oktober 1983
 bladnr: 2

2. UITGANGSPUNTEN VAN DE BEREKENING.

Uitgangspunt van de berekening is de ééndimensionale advec-tie-diffusievergelijking voor het gedrag van een conserva-tieve stof; deze vergelijking is voor een modelschematisie-ring met een indeling in vakken ter lengte van Δx en een tijdstap van lengte Δt als volgt opgesteld als differentie-vergelijking.

Figuur 1: Basisopzet differentiemodel: toestand op tijdstip t .



hierin is:

- | | | |
|-------|---|--------------------------|
| n | = vaknummer (vaklengte is Δx) | |
| C_n | = concentratie in vak n | $[\text{kg}/\text{m}^3]$ |
| A_n | = oppervlak natte doorsnede tussen vak n en vak $n + 1$ | $[\text{m}^2]$ |
| R_n | = afvoer van vak n naar vak $n + 1$ | $[\text{m}^3/\text{s}]$ |
| K_n | = dispersiecoëfficiënt van vak n naar vak $n + 1$ | $[\text{m}^2/\text{s}]$ |

behoort bij: notitie WWKZ nr.83.V342
datum: oktober 1983
bladnr: 3

Gedurende een tijdvak Δt bedraagt het transport van de beschouwde stof naar en vanuit vak n:

Transport in =

$$(R_{n-1} * C_{n-1} * \Delta t) + (A_{n-1} * K_{n-1} * \frac{C_{n-1} - C_n}{\Delta x} * \Delta t) + (\Delta t * T_{bron}) \quad (1)$$

Transport uit =

$$(R_n * C_n * \Delta t) + (A_n * K_n * \frac{C_n - C_{n+1}}{\Delta x} * \Delta t) + (\Delta t * T_{onttrekking}) \quad (2)$$

(Hierin is T_{bron} = zijdelingse toevoer van materiaal in kg/sec, bijv. een lozing en $T_{onttrekking}$ = zijdelingse onttrekking van materiaal in kg/sec; dit zijn de zogenaamde bron- en puttermen.)

De concentratie in vak n na een tijdstap Δt kan nu berekend worden volgens:

$$C_n(t + \Delta t) = C_n(t) + \frac{\text{Transport in} - \text{Transport uit}}{V_n} \quad (3)$$

Het rekenmodel VEDWAM [1] is op dit principe gebaseerd. Om met dit model berekeningen te kunnen maken, is het nodig om de volumes V_n , de oppervlakken A_n en de dispersiecoëfficiënten K_n te bepalen. De waarden van V_n en A_n zijn bepaald uit lodingsgegevens; de waarden van K_n zijn bepaald door via de "trial and error" methode een set K_n -waarden te kiezen waarbij de opgetreden gemeten chloridegehalten op de Westerschelde zo goed mogelijk benaderd worden wanneer men de concentraties van chloride met bovenstaande formules (1), (2) en (3) berekent (zie [2], [3]).

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V342
datum: oktober 1983
bladnr: 4

De voornaamste kenmerken van het rekenmodel VEDWAM, waarmee de onderhavige berekeningen zijn gemaakt, zijn:

- Het estuarium wordt verdeeld in vakken met een lengte Δx , binnen dit vak wordt het water volledig gemengd verondersteld. Voor de Westerschelde is de vaklengte Δx gelijk aan 5000 m en zijn er 23 vakken, lopend vanaf Schelle in België (vak 1) tot Cadzand (vak 23). Dit houdt tevens in dat de concentratie van de geloosde stof wordt berekend als het getijgemiddeld gehalte, gemiddeld over een vak van 5000 m in de lengterichting van de rivier (dus HW-LW variaties en variaties tussen ebgeul en vloed-schaar zijn niet in rekening gebracht).
- Als "nulniveau" van de beschouwde stof moet een vaste waarde worden ingevoerd; in dit geval is hiervoor de concentratie 0 genomen.

De verdere randvoorwaarden voor de berekeningen waren:

- De momentlozing bedraagt 5,5556 kg/s gedurende 5 uur (totaal 100 ton).
- De afvoeren R_n zijn constant in de tijd; er zijn 5 berekeningen uitgevoerd met een constante bovenafvoer te Schelle van respectievelijk 20, 50, 80, 140 en 200 m³/sec.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V342
datum: oktober 1983
bladnr: 5

3. BEREKENINGSRESULTATEN.

De bijlagen 1 t/m 5 geven het verloop van de gemiddelde concentratie in 3 stations (Bath, Hansweert en Vlissingen) gedurende 100 dagen na een lozing van 100 ton van een conservatieve stof te Doel, bij een permanente bovenafvoer van de Schelde van respectievelijk 20, 50, 80, 140 en 200 m³/sec.

Het blijkt dat de maximum concentraties die optreden niet erg gevoelig zijn voor de waarde van de bovenafvoer; dit is op bijlage 6 en 7 nader aangegeven.

De maximum concentraties als gevolg van een lozing van 100 ton bedragen te Bath 300 à 375 µg/l, te Hansweert 55 à 80 µg/l en te Vlissingen 10 à 15 µg/l.

Op bijlage 8 is tenslotte aangegeven hoeveel dagen na lozing de maximum concentratie te Bath, Hansweert en Vlissingen bereikt wordt. Te Bath is dit 1 à 2 dagen na lozing, te Hansweert 8 à 12 dagen na lozing en te Vlissingen 38 à 52 dagen na lozing, e.e.a. afhankelijk van de omvang van de rivierafvoer.

Wanneer men de gevolgen van een momentlozing van x ton conservatieve stof wenst te weten, dienen de in de grafieken aangegeven concentratiewaarden vermenigvuldigd te worden met een factor $\frac{x}{100}$ of $x * 10^{-2}$.

Zo zal bijvoorbeeld de lozing van 1 ton conservatieve stof bij een permanente bovenafvoer van 20 m³/sec aanleiding geven tot een maximum concentratie te Bath van $0,01 * 305 = 3 \mu\text{g/l}$ (zie bijlage 1); deze concentratie treedt te Bath op 2 dagen na de lozing (zie bijlage 8).

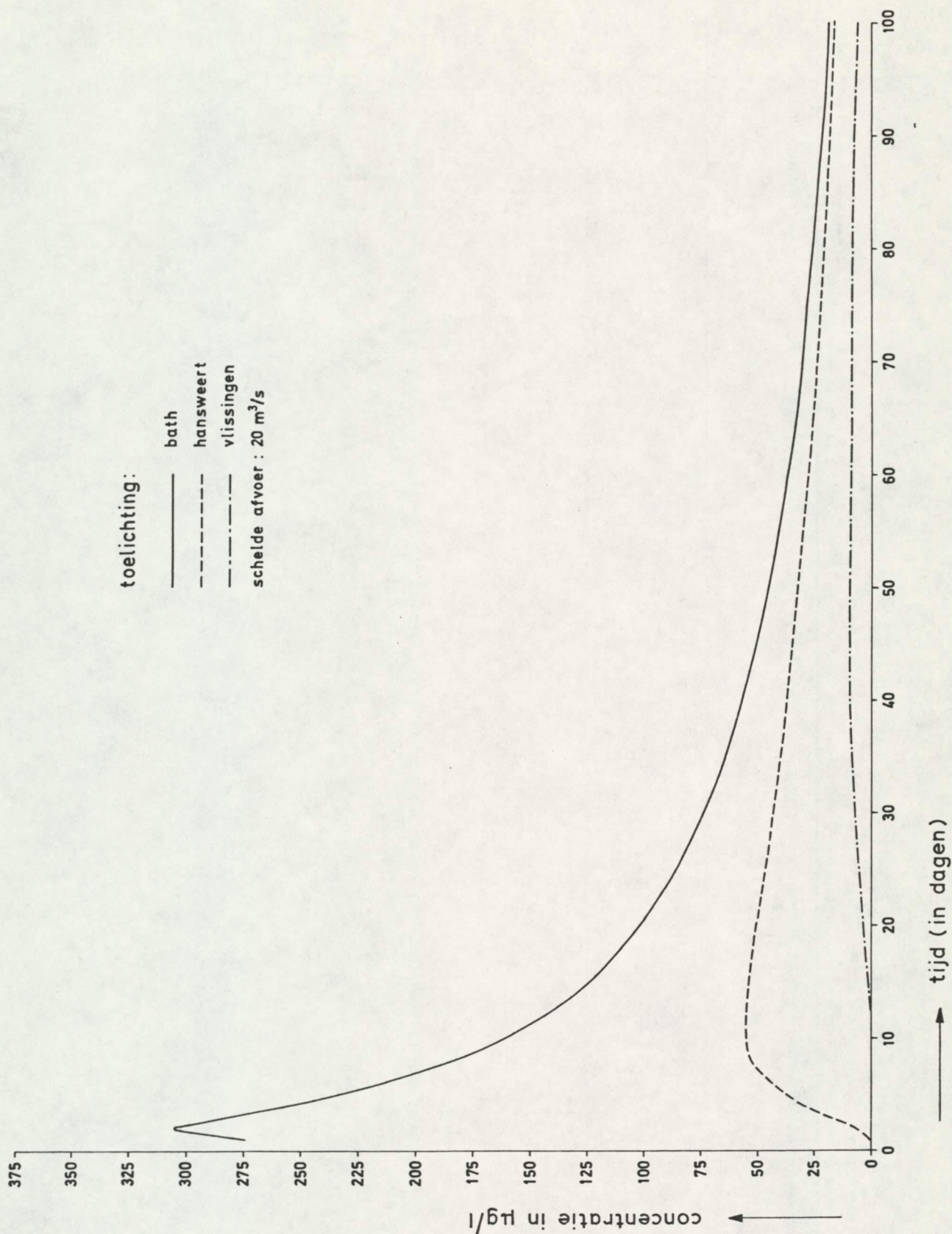
behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V342
datum: oktober 1983
bladnr: 6

LITERATUUROPGAVE

- [1] P. v.d. Stap.
A branched one-dimensional waterquality model.
Nota FA 8102, augustus 1981.
Rijkswaterstaat, directie Waterhuishouding en
Waterbeweging, Fysische Afdeling.
- [2] Ir. E.H. Ebbens, P. Hengst en F.O.B. Lefèvre.
De ijking van het ééndimensionaal waterkwaliteits-
model DFENST-20 van de Westerschelde en de Schelde.
Nota WWKZ-80.V023, december 1980.
Rijkswaterstaat, directie Waterhuishouding en
Waterbeweging, Adviesdienst Vlissingen.
- [3] Ir. J.W. Daamen en F.O.B. Lefèvre.
Berekeningen naar het effect van verdiepingswerken
en lozingen van het Zoommeer op de chloridegehalten
op de Westerschelde.
Nota WWKZ-82.V009, augustus 1982.
Rijkswaterstaat, directie Waterhuishouding en
Waterbeweging, Adviesdienst Vlissingen.

BIJLAGENLIJST

bijlage nr.	omschrijving	tekening nr.
1	Westerschelde - Schelde. Het verloop van de concentratie na lozing van 100 ton conservatieve stof te Doel; Schelde-afvoer 20 m ³ /s.	A4-83.1554
2	Idem; Schelde-afvoer 50 m ³ /s.	A4-83.1555
3	Idem; Schelde-afvoer 80 m ³ /s.	A4-83.1556
4	Idem; Schelde-afvoer 140 m ³ /s.	A4-83.1557
5	Idem; Schelde-afvoer 200 m ³ /s.	A4-83.1558
6	Het verband tussen de maximum concen- tratie conservatieve stof over de lengte-as van de Westerschelde en de afvoer van de Schelde, bij lozing van 100 ton conservatieve stof te Doel.	A4-83.1559
7	Het verband tussen de maximum concen- tratie en de afvoer van de Schelde bij een lozing van 100 ton conservatieve stof te Doel.	A4-83.1560
8	Het verband tussen het tijdstip van maximum concentratie en de afvoer van de Schelde bij een lozing van 100 ton conservatieve stof te Doel.	A4-83.1561



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee - adviesdienst vissingen

westerschelde - schelde
het verloop van de concentratie na lozing van
100 ton conservatieve stof te doel

get. MK.

gec. *[Handwritten signature]*

gez. *[Handwritten signature]*

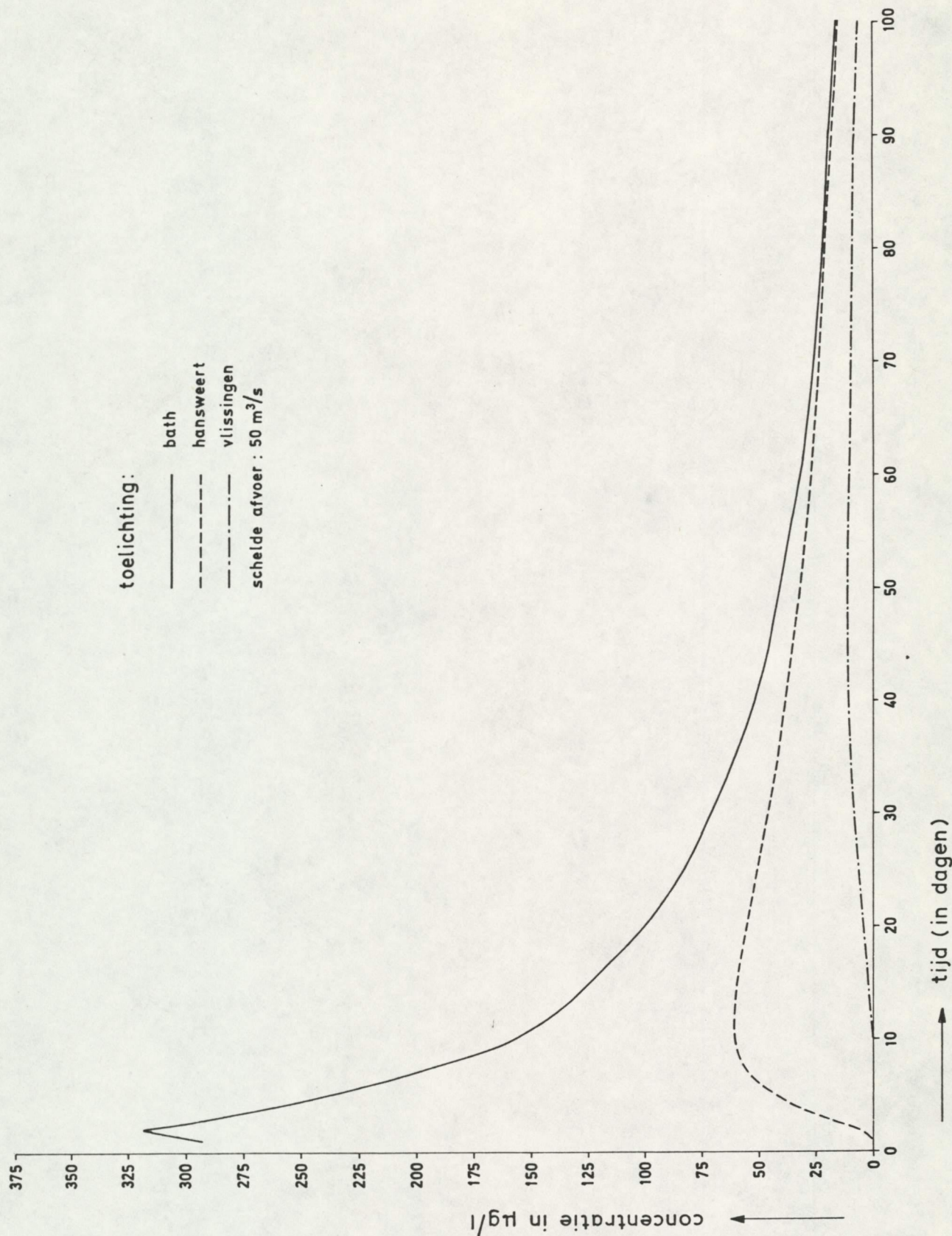
akk. *[Handwritten signature]*

bijl. 1

schaal

A 4

nr. 83.1554



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee - adviesdienst vlissingen

westerschelde - schelde
het verloop van de concentratie na lozing van
100 ton conservatieve stof te doel

get. MK.

gec. *gch*

gez. *g*

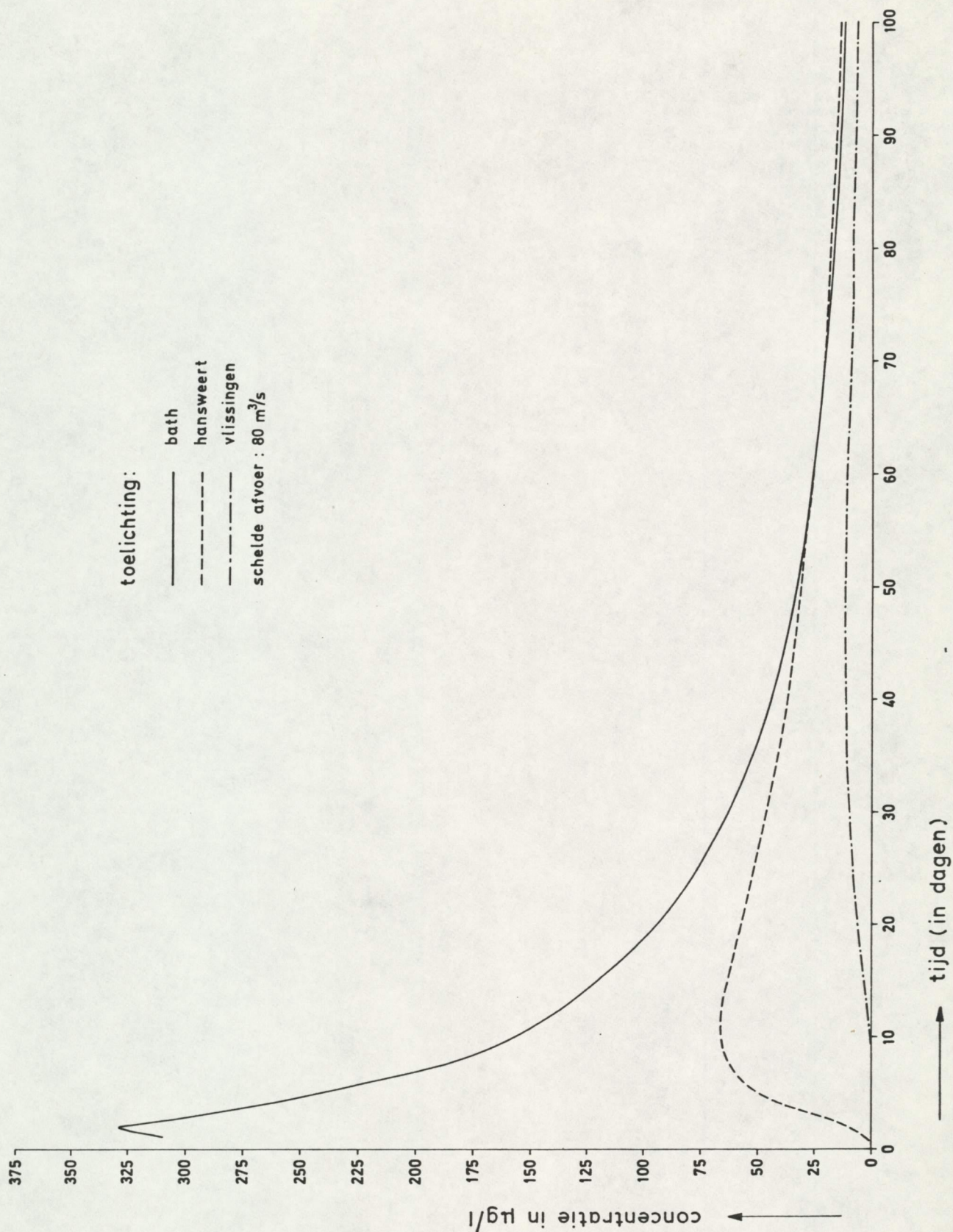
akk. *gch*

bijl. 2

schaal

A 4

nr. 83.1555



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee - adviesdienst vlissingen

westerschelde - schelde
het verloop van de concentratie na lozing van
100 ton conservatieve stof te doel

get. MK.

bijl. 3

gec. *HM*

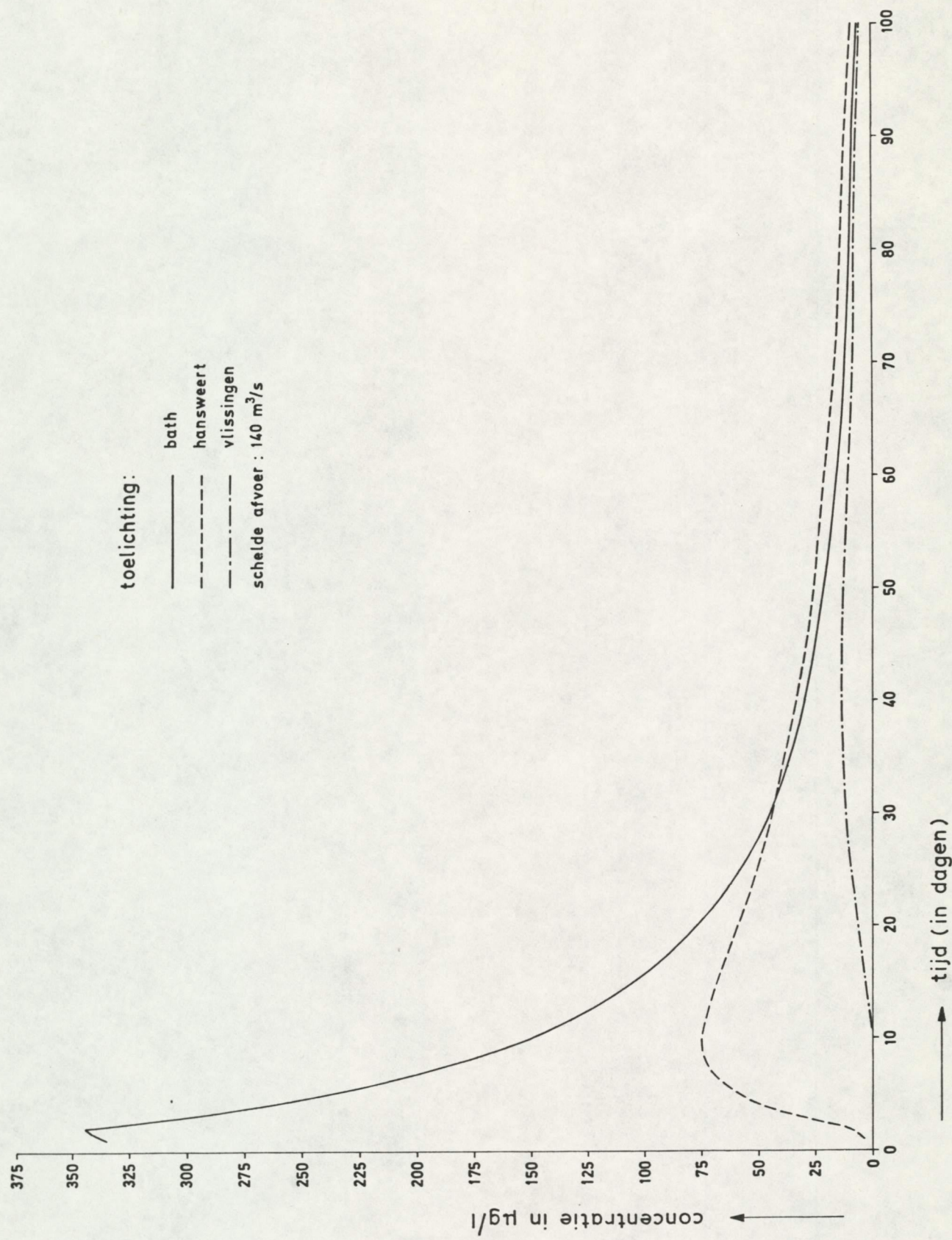
gez. *A*

schaal

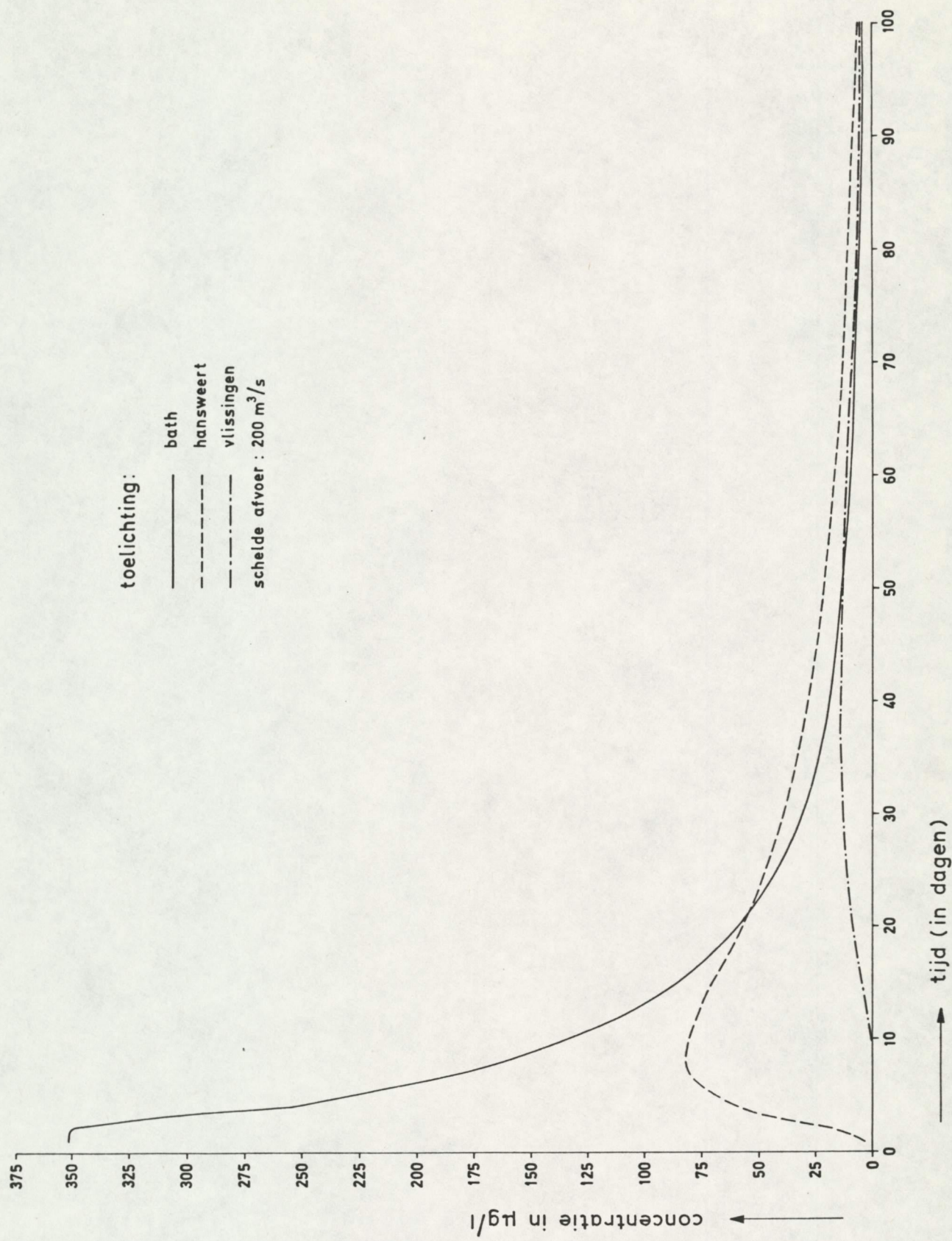
akk. *HM*

A 4

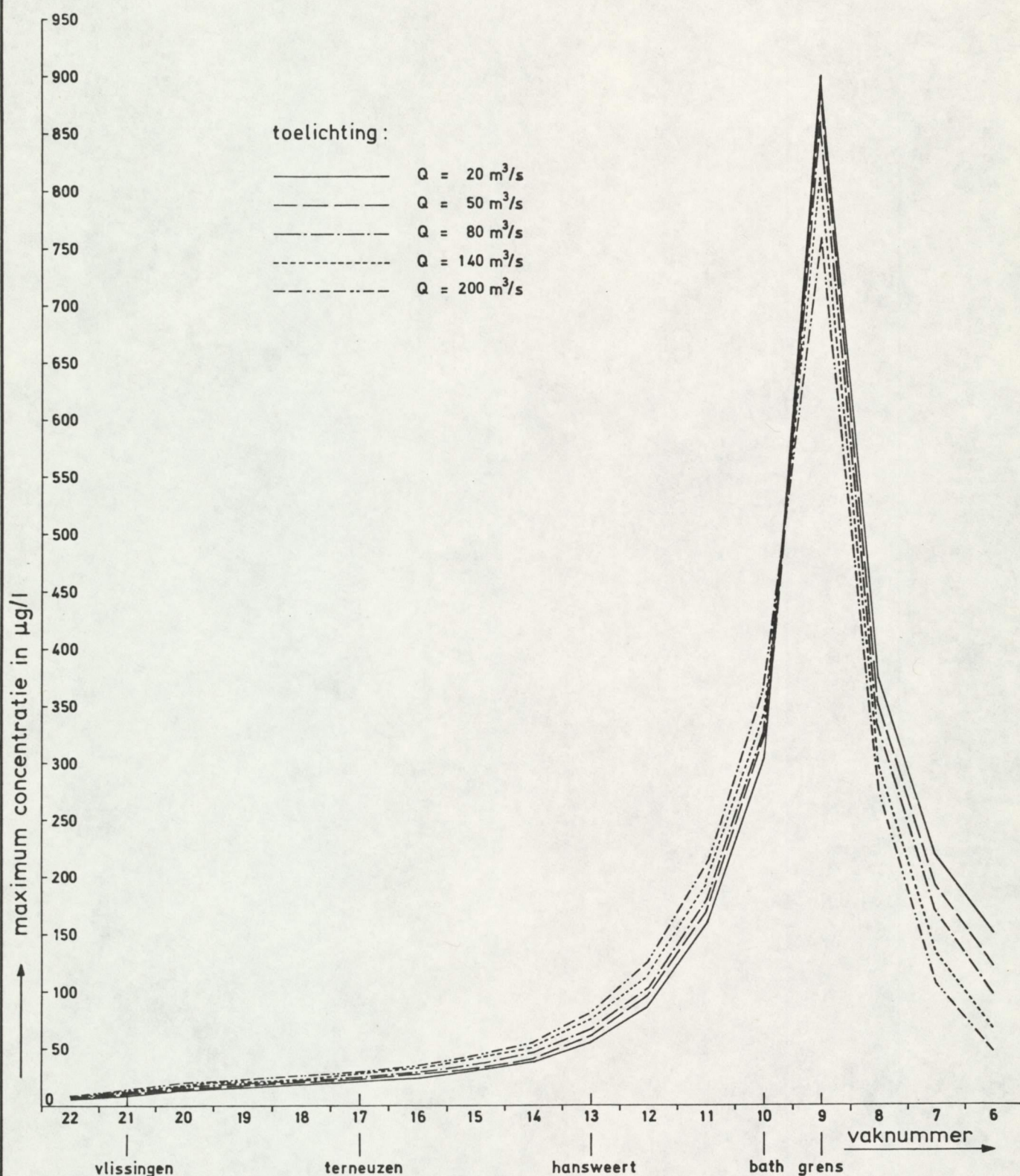
nr. 83.1556



rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vlissingen	get.	MK.	bijl. 4	
	gec.	<i>[Handwritten signature]</i>		
westerschelde - schelde het verloop van de concentratie na lozing van 100 ton conservatieve stof te doel	gez.	<i>[Handwritten signature]</i>	schaal	
	akk.	<i>[Handwritten signature]</i>	A 4	nr. 83.1557



rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vlissingen	get.	MK.	bijl. 5	
	gec.	<i>[handwritten signature]</i>		
westerschelde - schelde het verloop van de concentratie na lozing van 100 ton conservatieve stof te doel	gez.	<i>[handwritten signature]</i>	schaal	
	akk.	<i>[handwritten signature]</i>	A 4	nr. 83.1558



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee - adviesdienst vliisingen

westerschelde - schelde
het verband tussen de max. concentratie conservatieve
stof over de lengte-as van de westerschelde en de afvoer
van de schelde, bij een lozing van 100 ton conservatieve stof te doel

get. MK.

gec. *YH*

gez. *B*

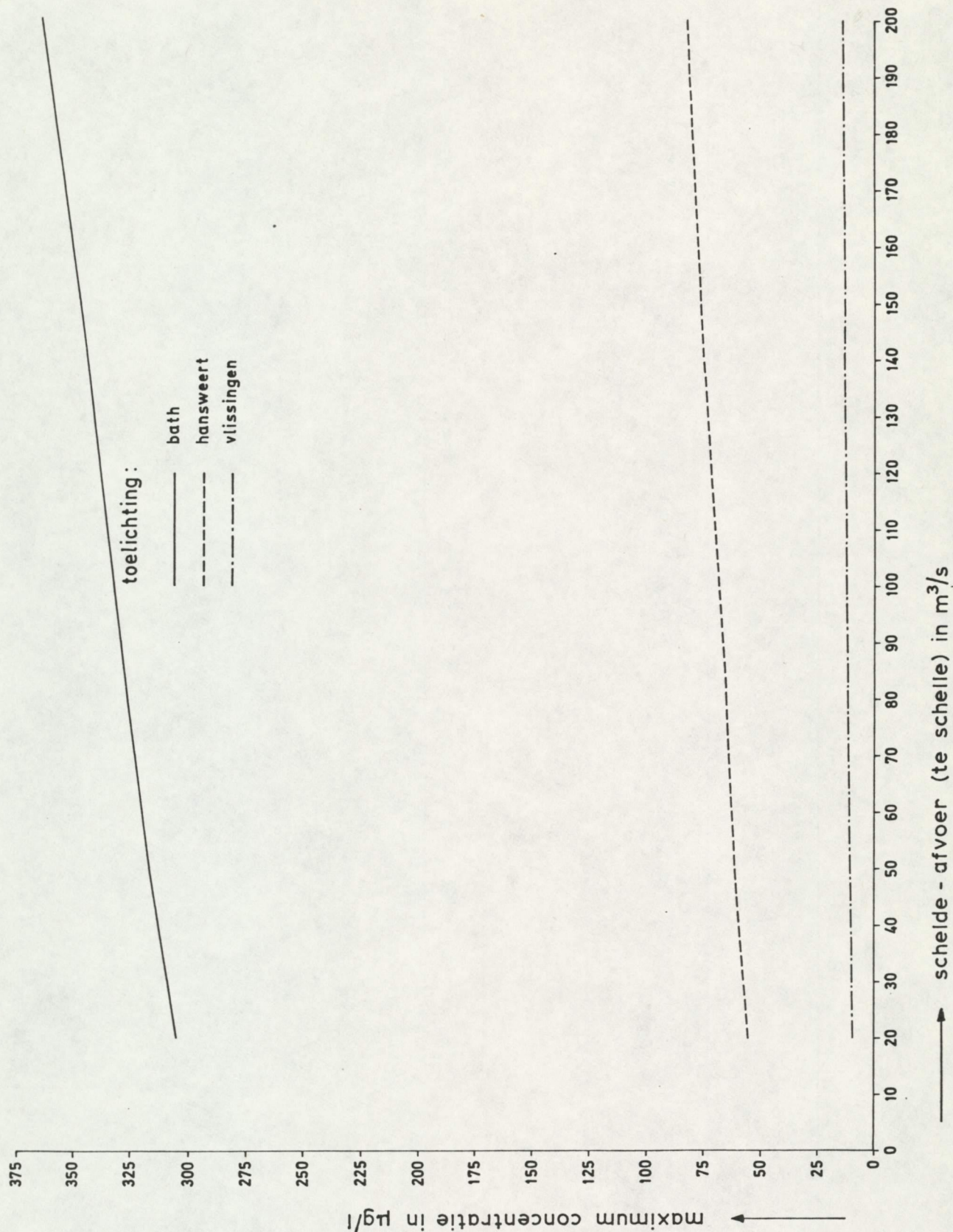
akk. *MM*

bijl. 6

schaal

A4

nr. 83.1559

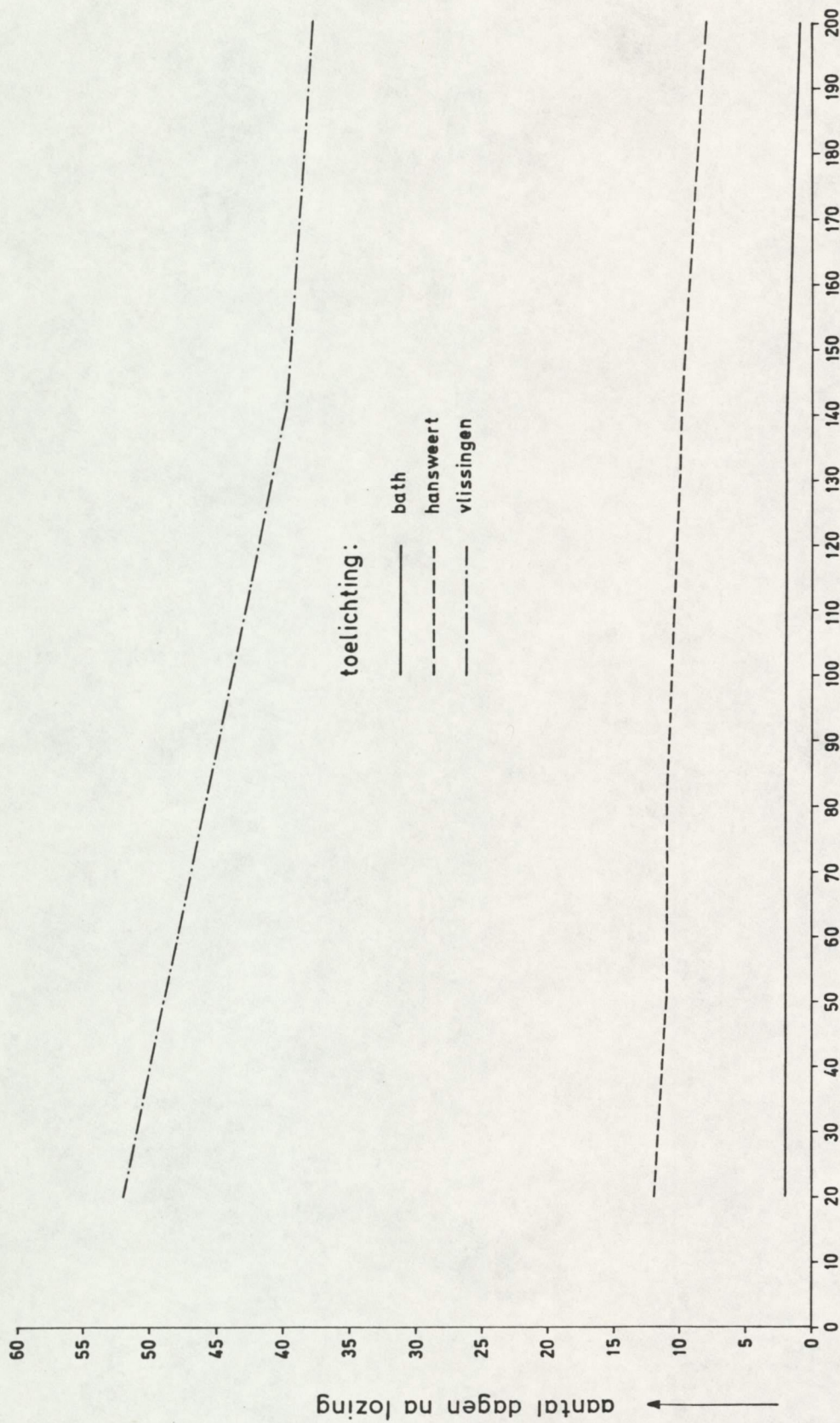


rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee - adviesdienst vlissingen

westerschelde - schelde
het verband tussen de max. concentratie en de
afvoer van de schelde bij een lozing van 100 ton
conservatieve stof te doel

get.	MK.	bijl. 7	
gec.	<i>WJ</i>		
gez.	<i>2</i>	schaal	
akk.	<i>WJ</i>	A 4	nr. 83.1560



schelde - afvoer (te schelle) in m³/s (permanent)

rijkswaterstaat		get.	MK.	bijl. 8	
directie waterhuishouding en waterbeweging		gec.	WLB		
district kust en zee - adviesdienst vliissingen		gez.	3	schaal	
westerschelde - schelde		akk.	WLB	A 4	nr. 83.1561
het verband tussen het tijdstip van maximum					
concentratie en de afvoer van de schelde bij een					
lozing van 100 ton conservatieve stof te doel					