

# RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

**Afdeling:** Aquacultuur

**Rapport:** AQ 91 - 05

Onderzoek naar de desinfecterende werking  
van UV-straling op het effluent van de  
RWZI-Westerschouwen.

**Auteur:** J. J. Kesteloo-Hendrikse  
en A. C. M. van Gool

**Project:** 60.017 Sanitair schelpdieronderzoek  
**Projectleider:** Drs. R. Dijkema  
**Datum van verschijnen:** juni 1991

## Inhoud:

1.	Samenvatting.....	2
2.	Inleiding.....	2
3.	De werking van UV-straling.....	4
4.	Gebruik en onderhoud van een UV-installatie.....	4
5.	Materiaal en methode.....	8
	5.1. Bemonstering op 27 en 28 juni 1990.....	9
	5.2. Bemonstering op 24 januari 1991.....	9
	5.3. Bemonstering op 24 april 1991.....	9
6.	Resultaten.....	10
7.	Conclusies.....	13
8.	Literatuur.....	13
9.	Tabellen.....	14
10.	Figuren.....	17

## 1. Samenvatting:

In het voorjaar van 1990 is bij de RWZI-Westerschouwen door de afdeling Aquacultuur van het RIVO, in samenwerking met het waterschap Schouwen-Duiveland en de firma Bruner, een praktijkproef opgezet met een UV-installatie. Deze proef werd opgezet omdat er, vooral in de zomermaanden, ondanks chlorering, regelmatig overschrijdingen van de toegestane gehalten aan Thermotolerante Faecale Colibacteriën (T. F. C.) gevonden worden op de mosselpercelen nabij het lozingspunt. Onderzocht werd of UV-bestraling van het effluent een goed alternatief zou kunnen zijn voor chlorering. Hiertoe is op verschillende dagen een bemonsteringsprogramma uitgevoerd, waarbij watermonsters werden genomen vóór en ná de UV-installatie. In deze monsters werd het gehalte aan T. F. C. bepaald. Uit deze gevonden waarden werd de reductie van het T. F. C.-gehalte door de UV-straling berekend. Uit het onderzoek kwam naar voren dat bij gebruik van een UV-installatie het op tijd vervangen van de lampen en regelmatige reiniging van de lampbuizen erg belangrijk is voor een optimaal resultaat van de installatie. Door de lage transmissie van het effluent (ca. 40 %) zijn relatief veel lampen nodig, er gaat veel van de UV-straling verloren door absorptie en verstrooiing.

## 2. Inleiding:

De lozing van het effluent van de rioolwaterzuivering Westerschouwen is sedert de inwerkingstelling ervan in 1976 gepaard gegaan met periodieke verhogingen van de gehalten aan thermotolerante faecale colibacteriën (T. F. C.) bij het lozingspunt in de Oosterschelde. Het gebied waarin de effluentlozing plaatsvindt is een belangrijk productiegebied van consumptiemosselen in de Oosterschelde en is aangemerkt als "schelpdierwater" in de zin van de "richtlijn betreffende de vereiste kwaliteit van schelpdierwater (79/923/EEG)". Deze richtlijn is in de nationale regelgeving geïmplementeerd in de "Kwaliteitsdoelstelling en Metingen Oppervlaktewateren" van 3 november 1983, en stelt eisen aan de minimale concentraties van thermotolerante colibacteriën in de schelpdierwateren. De eisen wat betreft de sanitaire waterkwaliteit van schelpdiergebieden zijn verder vastgelegd in de "Verordening Zuiverheidseisen Schelpdieren 1987" van het Produktschap voor Vis en Visprodukten.

De problemen met faecale besmetting van het water treden vooral op in de zomermaanden, wanneer grote aantallen vakantiegasten op Schouwen de belasting van de zuivering verveelvoudigen. Sedert het in gebruik nemen van de RWZI is door het RIVO regelmatig onderzoek uitgevoerd naar de concentraties van T. F. C.-bacteriën in het effluent en de sanitaire waterkwaliteit bij het lozingspunt. Steeds bleek dat desinfectie van het effluent tijdens het vakantie seizoen noodzakelijk is, en vaak niet tot het gewenste resultaat leidde.

Door effluentchlorering worden de concentraties van T. F. C.-bacteriën, en de ziektekiemen waarvan het gehalte aan T. F. C.-bacteriën een maatstaf is, verlaagd. Een negatief aspect van effluentchlorering is echter dat organische halogeenverbindingen ontstaan, die toxisch zijn voor in het water levende organismen (Brungs, 1973). Deze restverbindingen brengen echter ook milieu- en smaakproblemen bij schelpdieren met zich mee, wat chlorering minder gewenst maakt voor toepassing in wateren waarin voor menselijke consumptie bestemde schelpdieren worden gehouden. De in 1978 en in 1988 gerealiseerde verbeteringen en uitbreidingen van het zuiveringssysteem van de RWZI en van de verdeling van het effluent tijdens de lozing hebben weliswaar geholpen, maar niet tot voldoende reductie van de gehalten aan T. F. C.-bacteriën in het effluent geleid.

Desinfectie van rioolwaterzuiveringseffluent met ultraviolette straling wordt in ons land weinig toegepast, echter wel in bijvoorbeeld de Verenigde Staten. Uit de beschikbare rapporten over de toepassingen daar kan worden geconcludeerd dat, mits de eigenschappen van het effluent, en met name de transmissie (doorlaatbaarheid) ervan voor ultraviolette straling, geschikt zijn, UV- desinfectie een succesvolle methode kan zijn, waardoor bezwaren tegen chlorering kunnen worden ondervangen.

Door het RIVO is op 27 en 28 juni 1990, op 24 januari 1991 en op 24 april 1991 een bemonsteringsprogramma uitgevoerd, met het doel de desinfecterende werking van UV- doorstraling op het effluent te onderzoeken. Er zijn watermonsters genomen vóór en ná de UV- installatie, hierin zijn de gehalten aan Thermotolerante Faecale Colibacteriën (T. F. C.) bepaald. Vervolgens is hieruit het percentage afdoding berekend. Tevens werd het doorstromend debiet gemeten en werden watermonsters genomen om de transmissie van het effluent bij 254 nm te meten.

Dit rapport geeft een overzicht van de onderzoeksresultaten.

### 3. De werking van UV-straling:

Door zijn hoge energie bezit UV-licht het vermogen om atoombindingen in molekulen te verbreken. Bij golflengtes tussen 240 en 280 nm worden hierdoor DNA en RNA molekulen van de celkernen van voornamelijk ééncellige organismen aangetast, die als gevolg hiervan afsterven. Deze UV-straling, die wordt opgewekt in gasontladingslampen met kwikdamp, heeft hierdoor een desinfecterend effect. Dit effect is groter, naarmate meer stralingsenergie wordt toegevoegd. Het voorgaande betekent dat de desinfecterende werking hoger is als het produkt van stralingsvermogen (intensiteit van de straling) en de bestralingstijd groter is. Dit produkt wordt de stralingsdosis genoemd. De intensiteit van de straling in systemen waarin doorstromend water wordt gedesinfecteerd, wordt bepaald door het vermogen van de stralingsbron en de transmissie (doorlaatbaarheid) van het doorstraalde medium, terwijl de bestralingstijd (kontakttijd) wordt bepaald door het doorstromend debiet.

### 4. Gebruik en onderhoud van een UV-installatie:

Het werking van U V -bestraling is afhankelijk van:

— Stralingsdosis ( lampintensiteit x kontakttijd ).

— Waterkwaliteit van het effluent ( absorptie en verstrooiing ) .

Werkingsverlies wordt veroorzaakt door:

- Afname van de stralingsintensiteit van de lampen zelf.
  
- Onder invloed van zonlicht kan door inwerking van enzymen en fotoreactivering de toegebrachte schade aan de bacterie ongedaan gemaakt worden.
  
- De temperatuur van de lamp: het hoogste rendement wordt bereikt bij een lamptemperatuur van 41 °C. Een afwijking van 20 °C hoger of lager kan het effect verminderen met ca. 50 %.
  
- Afname van de stralingsintensiteit door aanslag op de buitenkant van de lampbuizen. Na chemische reiniging kan de intensiteit van de afgegeven straling toenemen met 10 - 20 %.
  
- Afname van de stralingsintensiteit door de omzetting van zuurstof, uit de luchtkoeling, in ozon.
  
- Afname van de transmissie door absorptie in het te bestralen medium.

Afname van de stralingsintensiteit van de lampen:

Door het langere tijd in gebruik zijn van de lampen zet zich geoxideerd kwik af op de lampwand als een zwart laagje. Dit veroorzaakt een afname van de transmissie. Tevens

wordt onder invloed van UV-straling het materiaal van de lampwand minder doorlatend (solarisatie). Deze twee oorzaken zorgen ervoor dat de UV-afgifte van de lampen aan het einde van de levensduur tot ca. 50 % van de initiële waarde is teruggelopen. Gesteld dat de UV-afgifte niet lager mag worden dan 70 % van de initiële waarde, worden bij verschillende onderzoeken levensduren van de lampen genoemd van 6000 tot 13000 branduren ( Nieuwstad c.s. 1988 ).

#### Fotoreactivering:

Fotoreactivering is afhankelijk van de temperatuur, bij 20 °C is deze 2 x zo groot als bij 10 °C. Dit houdt in dat in de zomer een 3 tot 4.6 x hogere dosis nodig is voor gelijke afdoding. Bij een onderzoek vond men, na de verblijftijd van het gedesinfecteerde effluent van 20 minuten in het donker, 5 x minder bacteriën dan wanneer het effluent na desinfectie direkt aan het zonlicht werd blootgesteld.

Fotoreactivering is in kwartssystemen sterker dan bij gebruik van teflon-gecoate lampbuizen ( Nieuwstad c.s. 1988 ).

#### Temperatuur van de lamp:

Omdat de lampen warmte produceren en het van belang is een optimale lamptemperatuur van 41 °C te handhaven, dienen de lampen gekoeld te worden. Dit gebeurt doorgaans met lucht, waardoor er een stoflaag op de buitenkant van de lamp en de binnenkant van de omhullende buis kan ontstaan. Voor verbetering van de transmissie kunnen de lampen gekoeld worden met gefilterde lucht ( Nieuwstad c.s. 1988 ).

De lampen van de UV-installatie bij de RWZI-Westerschouwen zijn niet luchtgekoeld, de lampbuizen worden aan de buitenkant gekoeld door het doorstromende effluent, hierdoor kan de lamptemperatuur niet nauwkeurig gemeten en geregeld worden.

#### Reiniging van de lampen:

In het gebruik ontstaat er een aanslag op de buizen die in direkt contact staan met het te bestralen medium. De aard van de aanslag en de snelheid waarmee deze ontstaat, zijn afhankelijk van de kwaliteit van het te behandelen effluent. De gevoeligheid voor vervuiling is ook afhankelijk van de periode die de lampen per dag branden, langere brandtijden resulteren in een sterkere vervuiling. Transmissieverbetering kan bereikt worden door regelmatig de aanslag op de lampbuizen te verwijderen. De aanslag is minder sterk, wanneer er een polymeercoating op de kwartsbuizen is aangebracht. Algemeen wordt chemische reiniging eens per week aanbevolen. Een veeginstallatie voor de buizen alleen voldoet niet ( Nieuwstad c.s. 1988 ).

#### Vorming van ozon:

Vrije zuurstof kan door UV-licht omgezet worden in ozon. Deze ozon absorbeert UV met een golflengte van 254 nm. Dit geeft een verlies aan kiemdodende straling. Om dit verlies te voorkomen, kunnen buizen gekoeld worden met zuivere stikstof in plaats van lucht ( Nieuwstad c.s. 1988 ).

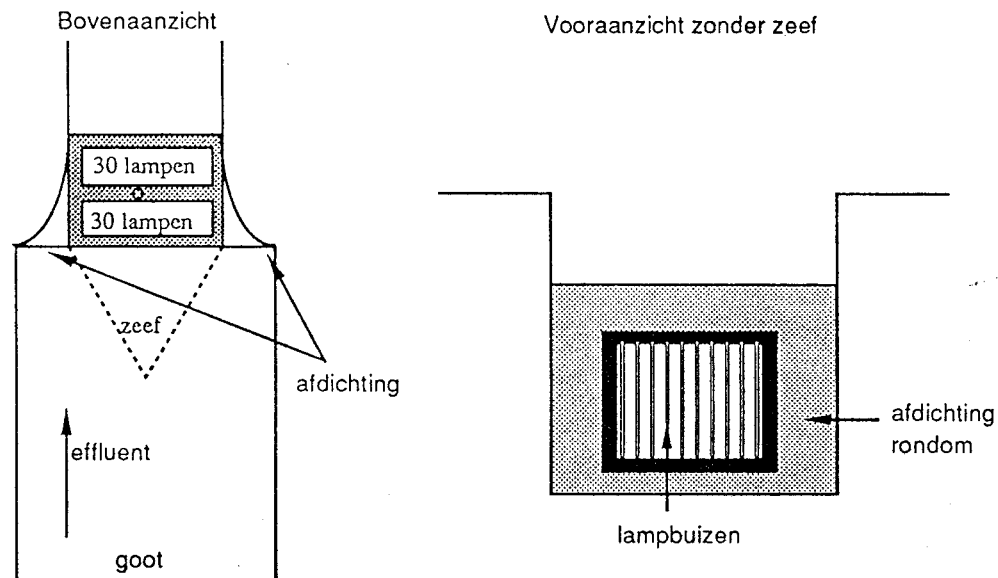
#### Transmissie:

De transmissie bij een golflengte van 254 nm, is een belangrijke maat voor de bruikbaarheid van UV-straling voor het effluent. Halvering van de transmissie levert al een 4 x zo lage gemiddelde stralingsdosis. Er is geen verband tussen afdoding en troebelheid van het te behandelen water; wel is de grootte van de zwevende stof-deeltjes van invloed. Zwevende stof-deeltjes  $>70 \mu\text{m}$  beschermen micro-organismen, o.a. door schaduwwerking. Dit kan verminderd worden door een hoge turbulentie of ultrasone voorbehandeling van het water.

Effluentverbetering, dus transmissieverhoging, kan bereikt worden door defosfatering en/of filtratie ( Nieuwstad c.s. 1988 ).

## 5. Materiaal en methode:

In de goot waardoor het effluent van de zuivering onder vrij verval naar het chloreringsbassin wordt geleid, werd een BWS-bestralingseenheid van het type SEP 60A geplaatst, ter beschikking gesteld door de firma Bruner. De opgewekte UV-dosis bij 254 nm is  $100 \text{ mJ/cm}^2$ , verkregen met 60 lampen met elk een vermogen van 25 W. De eenheid is voorzien van pneumatisch werkende wissers die met vaste intervallen de lampbuizen reinigen. De vermelde stralingsdosis van de eenheid is gebaseerd op een BZV (biologisch zuurstof verbruik) van het effluent van 30 mg/l en een zwevende-stofconcentratie van 30 mg/l (opgave van de fabrikant). De gemiddelde waarden van BZV en zwevende-stof in het effluent van de RWZI-Westerschouwen waren veel lager: resp. 2.5 en 4.5 mg/l over de periode januari tot juni 1990.



Aan de zijkanten van de UV-installatie is de goot afgesloten door roestvrij stalen schotten, ook aan de bovenkant is een afdichting geplaatst, zodat tot een zekere grens, al het effluent uit de goot de UV-installatie moet passeren. Uit het onderzoek is gebleken dat, tot een debiet van ca.  $340 \text{ m}^3/\text{h}$ , het effluent de UV-eenheid passeert. Boven de  $340 \text{ m}^3/\text{h}$  vindt overstort plaats. In het begin van de proef waren er veel problemen met het veegstelsel van de installatie. Deze werden veroorzaakt door zwevende voorwerpen in het effluent, waardoor breuk van de lampbuizen ontstond. Door het installeren van een zeef in de goot voor de lampen bleek dit te ondervangen.



### 5.1. Bemonstering op 27 en 28 juni 1990:

Op 27 en 28 juni 1990 zijn gedurende twee opeenvolgende dagen series watermonsters genomen, zowel vóór als ná de UV-installatie, steeds op een diepte van 25 cm. Deze watermonsters werden direkt ter plaatse verdund en gefiltreerd, waarna het gehalte aan thermotolerante faecale colibacteriën (T. F. C.) werd bepaald volgens het voorschrift NEN 6570 ( Halls.c.s. 1974 ). Tegelijkertijd werden watermonsters genomen voor het meten van de transmissie bij 254 nm.

Uit de gevonden gehalten aan T. F. C. voor en na de UV-installatie werd de afdoding van T. F. C. in % berekend. De stroomsnelheid in de goot werd bepaald door de tijd op te meten die een dobber nodig had om een afstand van 2 meter af te leggen. Uit dit gegeven en de waterhoogte in de goot op het moment van monsternamen, werd vervolgens het debiet berekend.

### 5.2. Bemonstering op 24 januari 1991:

Bij het onderzoek op 24 januari 1991 is het gehalte aan T. F. C. bepaald op dezelfde wijze als op 27 en 28 juni 1990. Het debiet in de goot is toen bepaald met behulp van een Ott-stroommeter en de hoogte van het effluent in de goot.

### 5.3. Bemonstering op 24 april 1991:

Op 23 april 1991 zijn er nieuwe lampen geïnstalleerd, tevens zijn de lampbuizen grondig chemisch gereinigd. Bij het opnieuw opstarten bleken 6 lampen niet te werken, de oorzaak is niet gevonden. Omdat er ook breuk werd geconstateerd onder de nieuwe lampen, is er op 23 april 1991 om 11.45 h. opgestart met 53 nieuwe lampen en 1 oude lamp.

Op de uit de installatie verwijderde lampen was duidelijk het zwarte laagje, veroorzaakt door op de lampwand afgezet geoxideerd kwik, waar te nemen.

Op 24 april is het bemonsteringsprogramma op dezelfde wijze uitgevoerd als op 24 januari 1991.

## 6. Resultaten:

In de tabellen 1 t/m 4 zijn de resultaten gegeven van de verschillende bemonsteringsdagen. Boven de tabellen staan de berekende branduren van de lampen, tot aan het moment van de monstername, vermeld.

Het percentage afdoding is berekend uit het verschil tussen de hoeveelheid T. F. C.-bacteriën, gevonden in de watermonsters die genomen waren voor en na de UV-installatie.

De transmissie van het effluent is gemeten m.b.v. een spectrofotometer, bij een golflengte van 254 nm.

Voor de berekening van het rendement van de UV-installatie is gebruik gemaakt van het, uit de literatuur bekende, gegeven, dat voor 99 % afdoding van de bacteriën een stralingsdosis van  $4 \times 10^{-8}$  einstein/ml nodig is ( 1 Watt =  $2.12 \times 10^{-6}$  einstein/sec. Oliver c.s. 1975 ). Bij het berekenen van het rendement is uitgegaan van 60 lampen van elk 25 W = 1500 W, op 24 april 1991 is uitgegaan van 54 lampen van 25 W = 1350 W. Er is hierbij geen rekening gehouden met veroudering en vervuiling van de lampen.

Het aantal lampen nodig voor 99 % afdoding is berekend uit het percentage afdoding op het moment van monstername.

Op 24 januari 1991 is, naast veroudering van de lampen (ca. 9000 branduren, zie tabel 3), één van de mogelijke oorzaken van de tegenvallende resultaten van het onderzoek, in vergelijking met de onderzoeken in juni 1990, het ontstaan van een vervuilende film op de kwartsbuizen waar de lampen inzitten. In de literatuur wordt chemische reiniging eens per week aanbevolen ( Nieuwstad c.s. 1988 ). Op 9 april 1991 is, om dit te verifiëren, een vergelijking uitgevoerd van de vuile en de gereinigde buizen. Bij gebrek aan apparatuur om de intensiteit van de UV-straling te meten, werd gebruik gemaakt van een sensor met controlelampje, dat ging branden bij een bepaalde minimale intensiteit. De sensor werd zo ver van de lampen afgehouden dat er juist geen UV-licht meer meetbaar was. Dit is herhaald met de gereinigde buizen.

Hieronder volgen in het kort de resultaten hiervan.

LAMPBUIJS	VUIL EN NAT	SCHOON
	d (cm)	d (cm)
1	12	42
2	13	44
3	15	46
5	2	48
6	13	48
7	14	47.5
8	12	46.5
9	10.5	44.5
10	11	42
Gemiddeld	11.39	45.39

In de tabel is af te lezen dat bij de gereinigde lampbuizen de afstand waarop UV-licht nog meetbaar is, gemiddeld 4 x zo groot is als bij de vuile lampbuizen.

In de figuren 1 t/m 4 is van de verschillende bemonsteringsdata het percentage afdoding uitgezet tegen het debiet op het moment van monsternamen. Op grond van het gegeven dat de stralingsdosis evenredig is met de contacttijd, zou er een verband moeten bestaan tussen de afdoding en het debiet. Dit komt uit de figuren niet duidelijk naar voren.

In figuur 5 zijn de gemiddelde waarden van het percentage afdoding en het debiet uitgezet.

In figuur 6 is als maat voor de stralingsdosis het produkt genomen van het gemiddelde percentage afdoding en het gemiddelde debiet. In deze figuur is een verband te zien tussen de gevonden waarden van 27 en 28 juni 1990 en 24 april 1991. De resultaten van 24 januari 1991 vallen er duidelijk buiten. Op die datum speelt waarschijnlijk de vervuiling van de lampbuizen en de veroudering van de lampen een grotere rol.

Het gemiddelde percentage afdoding is op 24 april 1991 aanmerkelijk hoger (74 %) dan op 27 en 28 januari 1990 (resp. 48 % en 37 %). Hiertegenover staat het lagere gemiddelde debiet op 24 april, 81 m<sup>3</sup>/h tegen 126 resp. 163 m<sup>3</sup>/h op 27 en 28 juni.

Uit het gevonden percentage afdoding en het debiet is berekend hoeveel vermogen geleverd is. Uit het theoretische benodigde vermogen, het berekende geleverde vermogen en het totale vermogen van de lampen is het rendement berekend. In figuur 7 is het gemiddelde rendement van de lampen uitgezet tegen het gemiddelde aantal branduren per lamp. Hierin is duidelijk te zien dat, naarmate het aantal branduren oploopt het rendement afneemt: tot 6000 uur geleidelijk, daarna sneller. In welke mate de vervuiling van de lampbuizen hierop van invloed is, is in dit onderzoek niet vastgesteld.

Figuur 8 geeft een beeld van de hoeveelheid geloosd effluent in de Oosterschelde in 1990. Ca. 30 % van het effluent dat de goot met de UV-installatie passeert gaat terug in het systeem en wordt opnieuw gebruikt als spoelwater.

## 7. Conclusies:

- \_ Op grond van het verschil in de resultaten van het onderzoek op 24 januari 1991 en dat van 24 april 1991, mag geconcludeerd worden dat het op tijd vervangen van de lampen en regelmatige chemische reiniging van de lampbuizen noodzakelijk is voor een optimaal functioneren van de UV-installatie. Ook het proefje op 9 april 1991 bevestigt dit.
- \_ De lage transmissiewaarde van ca. 40 % ( in de Verenigde Staten ca. 70 % ) van het effluent heeft tot gevolg dat een groot deel van de UV-straling door absorptie verloren gaat. Er zullen hier dus altijd meer lampen moeten worden ingezet ter verkrijging van een vergelijkbaar resultaat.
- \_ Als defosfatering of filtratie van het effluent wordt toegepast, zal de kwaliteit ervan en dus ook de transmissie, kunnen verbeteren.

## 8. Literatuur:

- \_ Halls S. en P. A. Ayres: A membrane filtration technique for the enumeration of *Escherichia coli* in seawater. *J. appl. Bact.* 37: 105-109, 1974.
- \_ Nieuwstad dr. ir. Th. J. en ir. N. C. Wortel: Desinfectie van gezuiverd afvalwater met ultraviolet licht. TU-Delft, NR 88.102X, dec. 1988.
- \_ Oliver B. G. en E. G. Cosgrove: The disinfection of sewage treatment plant effluents using ultraviolet light. *Canadian Journal of Chemical Engineering* 53 april 1975.

9. Tabellen:

27-6-1990:

effluenttemperatuur 20°C

aantal lampen	branduren
53	6186
3	1546
1	874
3	178

tijd	Debiet m <sup>3</sup> /h	Afdoding %	Transmissie effluent %	Theoretisch berekend rendement v. d. lampen %	Berekend aantal lampen nodig voor 99 % afdoding
10.30	79	69.2	40.0	19.3	86
11.15	102	66.7	35.2	23.9	89
12.00	104	57.9	37.0	21.3	102
13.00	203	0.0	37.6	0.0	
14.00	144	46.7	37.4	23.7	127
Gemiddeld	126.4	48.1	37.4	17.6	101

tabel 1: Resultaten van het onderzoek op 27 juni 1990.

28-6-1990:

effluenttemperatuur 20°C

aantal lampen	branduren
53	6210
3	1570
1	898
3	202

tijd	Debiet m <sup>3</sup> /h	Afdoding %	Transmissie effluent %	Theoretisch berekend rendement v. d. lampen %	Berekend aantal lampen nodig voor 99 % afdoding
10.15	101	46.7	38.8	16.6	127
10.45	69	35.8	33.3	8.8	165
11.15	84	51.5	38.0	15.2	115
11.45	98	34.9	37.0	12.1	169
13.15	338	29.6	37.7	35.3	200
14.00	[339]	[3.7]	34.8	overstort	
14.30	287	33.4	36.2	33.7	178
Gemiddeld	163	38.7	36.5	20.3	159

tabel 2: Resultaten van het onderzoek op 28 juni 1990, de gevonden waarden tussen haakjes zijn in de berekeningen niet meegeteld.

24-1-1991:

effluenttemperatuur 8 °C

aantal lampen	branduren
53	8993
3	4353
1	3681
3	2985

tijd	Debiet m <sup>3</sup> /h	Afdoding %	Transmissie effluent %	Theoretisch berekend rendement v. d. lampen %	Berekend aantal lampen nodig voor 99 % afdoding
9.00	102	22.7	33.4	8.1	264
9.15	93	15.6		5.1	381
9.30	107	-11.0		0.0	
10.00	103	27.9	33.0	10.1	213
10.20	92	20.1		6.5	294
10.40	101	15.1		5.4	393
11.00	101	25.8	33.5	9.1	231
11.20	101	18.0		6.4	332
11.40	100	-0.5		0.0	
12.00	96	9.9	33.0	3.4	593
13.00	101	26.7	33.6	9.5	221
13.20	108	28.3		10.7	210
13.40	99	25.1		8.7	237
14.00	109	35.4	32.7	13.6	168
14.20	87	31.7		9.7	187
14.40	116	20.1		8.2	295
15.00	104	20.2	32.8	7.4	295
15.40	104	22.6		8.3	262
16.00	104	35.2	31.9	12.8	169
16.20	112	29.0	32.0	11.5	203
Gemiddeld	102	20.9	32.9	7.7	275

tabel 3: Resultaten van het onderzoek op 24 januari 1991.

24-4-1991:

effluenttemperatuur 12°C

aantal lampen	branduren
53	21
1	>3000
6	stuk

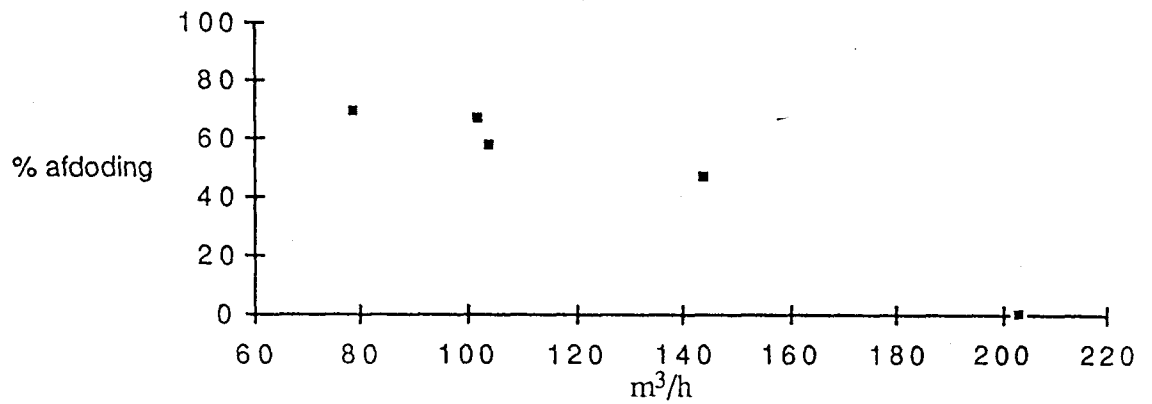
tijd	Debiet m <sup>3</sup> /h	Afdoding %	Transmissie effluent %	Theoretisch berekend rendement v. d. lampen %	Berekend aantal lampen nodig voor 99 % afdoding
9.00	28	89.8	42.6	10.0	60
9.20	57	85.7		19.1	62
9.40	71	67.3		18.8	79
10.00	91	78.1		27.8	68
10.20	83	83.1		27.1	64
10.40	97	70.8	42.3	26.9	76
11.00	68	87.2		23.1	61
11.20	82	83.3		26.7	64
11.40	77	74.0		22.1	72
12.00	71	76.1	43.2	21.2	70
13.00	90	57.1		20.1	94
13.20	84	75.8		24.8	71
13.40	101	54.2		21.4	99
14.00	102	72.1		28.9	74
14.20	95	63.9		23.9	84
14.40	92	65.2	42.9	23.4	82
Gemiddeld	81	74.0	42.8	22.8	74

tabel 4: Resultaten van het onderzoek op 24 april 1991.



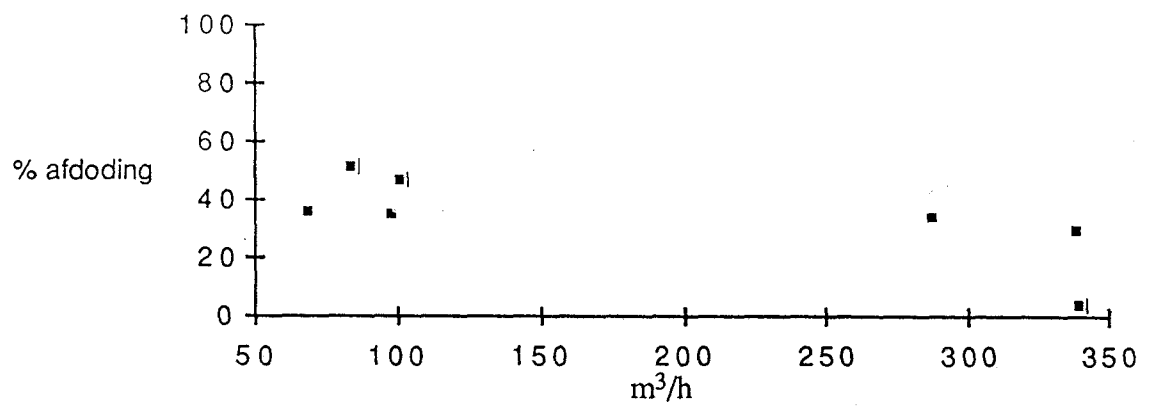
10. Figuren:

27-6-1990



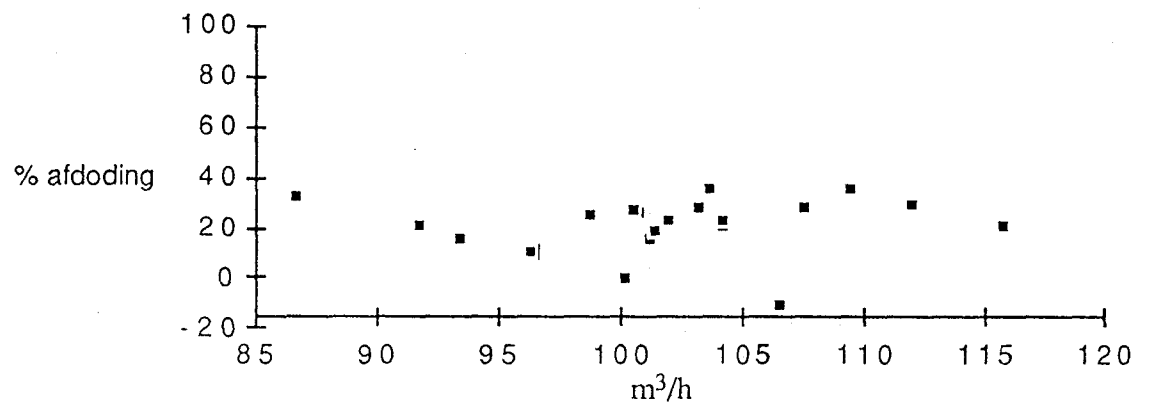
figuur 1: Het percentage afdoding uitgezet tegen het debiet.

28-6-1990

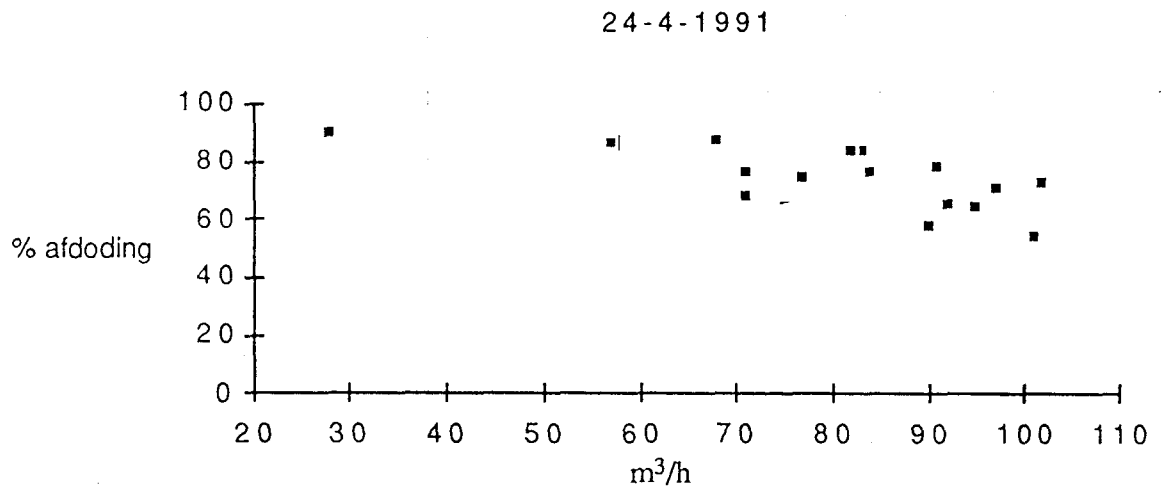


figuur 2: Het percentage afdoding uitgezet tegen het debiet.

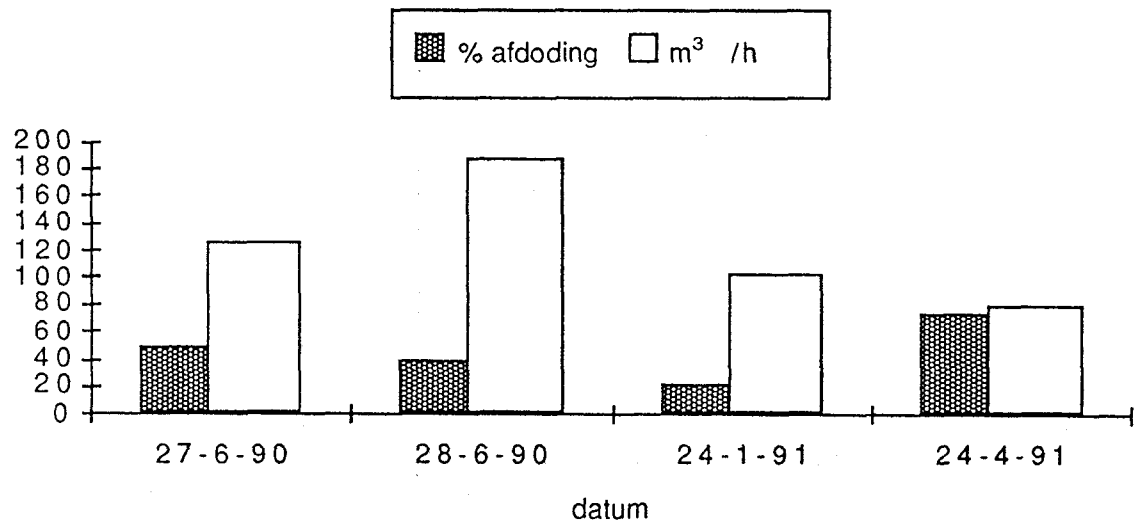
24-1-1991



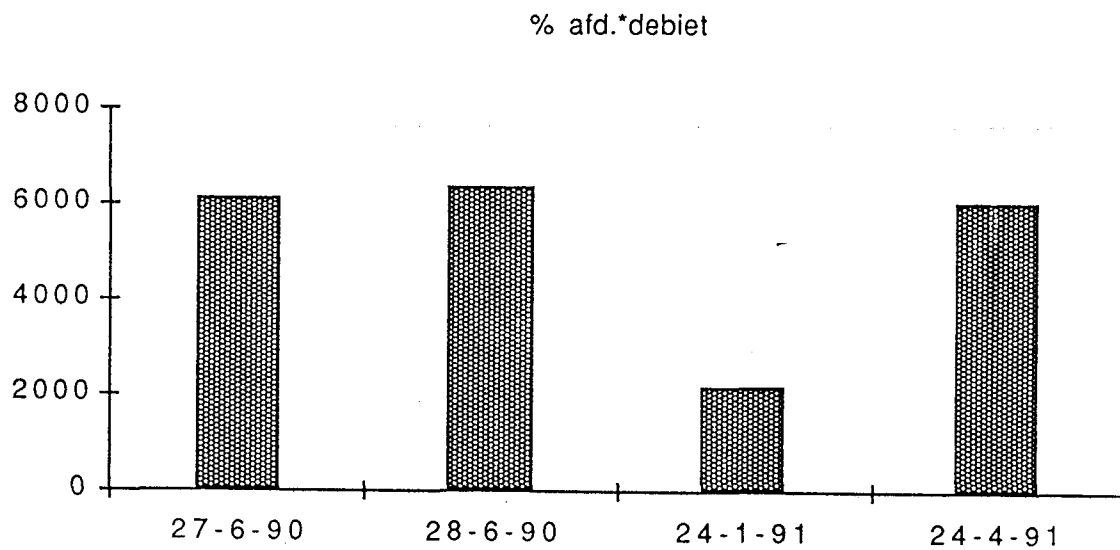
figuur 3: Het percentage afdoding uitgezet tegen het debiet.



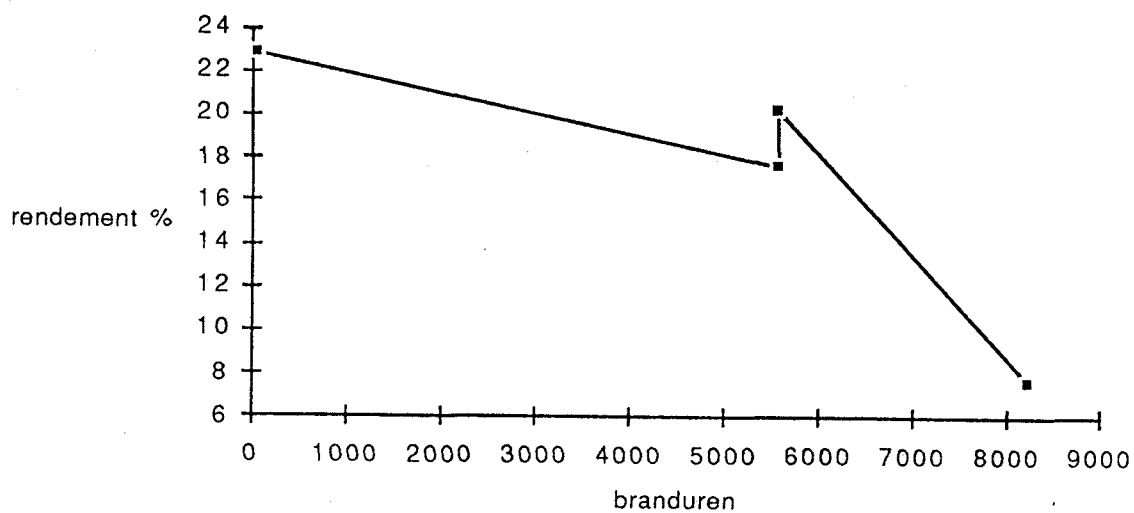
figuur 4: Het percentage afdoding uitgezet tegen het debiet.



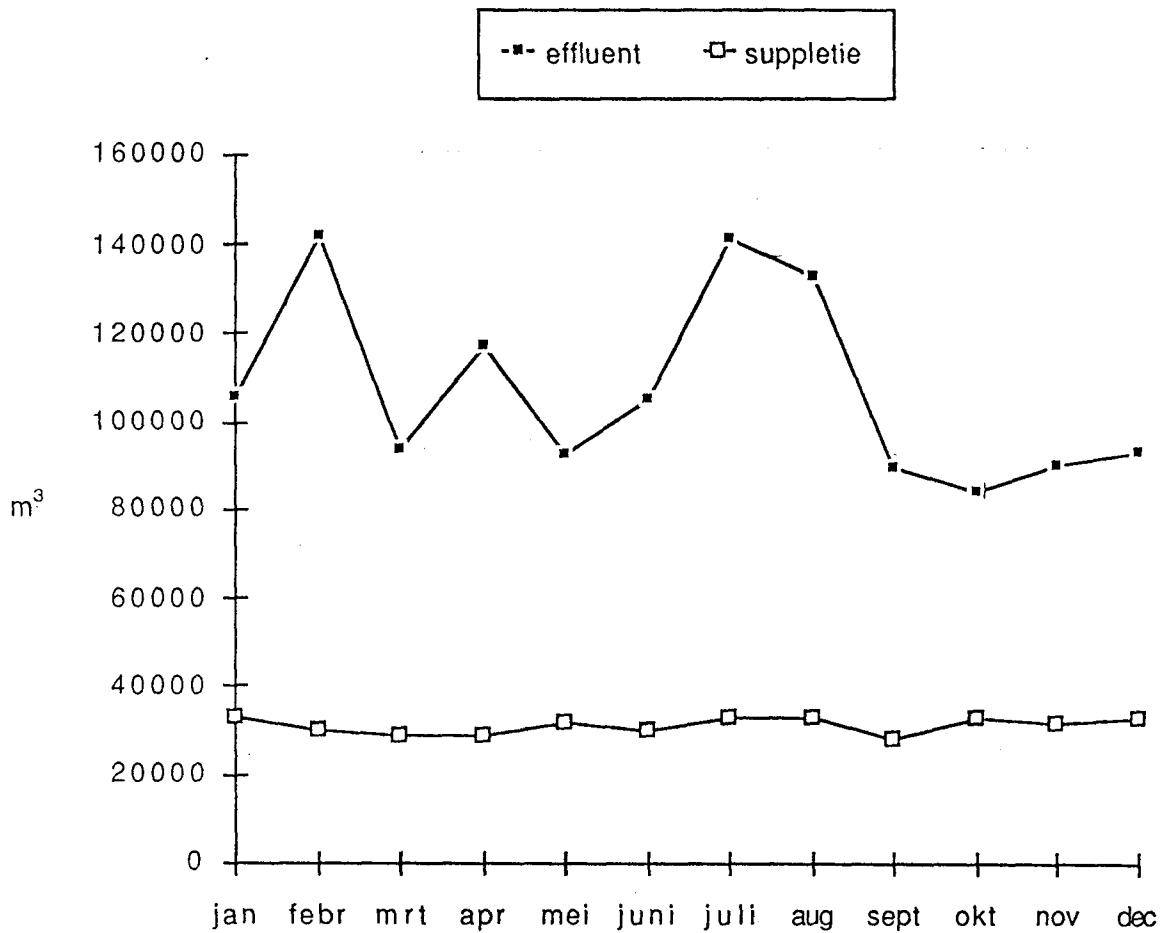
figuur 5: Het gemiddelde percentage afdoding en het gemiddelde debiet op de verschillende bemonsteringsdata.



figuur 6: Het gemiddelde percentage afdoding vermenigvuldigd met het gemiddelde debiet per bemonsteringsdatum.



figuur 7: De gemiddelde branduren per lamp uitgezet tegen het berekende gemiddelde rendement van de lampen.



figuur 8: De hoeveelheden effluent en suppletiewater per maand in 1990. Het suppletiewater wordt vanuit de goot weer gebruikt als spoelwater, de rest van het effluent wordt geloosd in de Oosterschelde.