

Analyse van het zuurstofverzadigingspercentage in het Nederlandse oppervlaktewater

Inleiding

De Nederlandse Vereniging van Sportvissersfederaties (NVVS) is een overkoepelende organisatie van sportvissers. Zij bestaat uit 20 federaties, waarbij ca. 900 hengelsportverenigingen zijn aangesloten. Meer dan 600 van deze verenigingen huren viswater en zijn op deze wijze verantwoordelijk voor het visstandbeheer. Vanwege het grote belang dat de zuurstofhuishouding voor het visstandbeheer heeft, wordt door de sportvissers al vanaf 1978 op ca. 2.200 plaatsen in het land het



IR. R. H. AALDERINK
Landbouwniversiteit
Wageningen
Vakgroep Natuurbeheer
Sectie Waterkwaliteitsbeheer



PROF. DR. L. LIJKLEMA
Landbouwniversiteit
Wageningen
Vakgroep Natuurbeheer
Sectie Waterkwaliteitsbeheer

zuurstofgehalte gemeten. De gegevens vormen een waardevol bestand, waarmee de toestand van het Nederlandse oppervlaktewater met betrekking tot de zuurstofhuishouding kan worden onderzocht. In dit artikel worden de resultaten van een onderzoek beschreven, waarbij de gegevens zijn onderzocht op het voorkomen van trends in het zuurstofverzadigingspercentage.

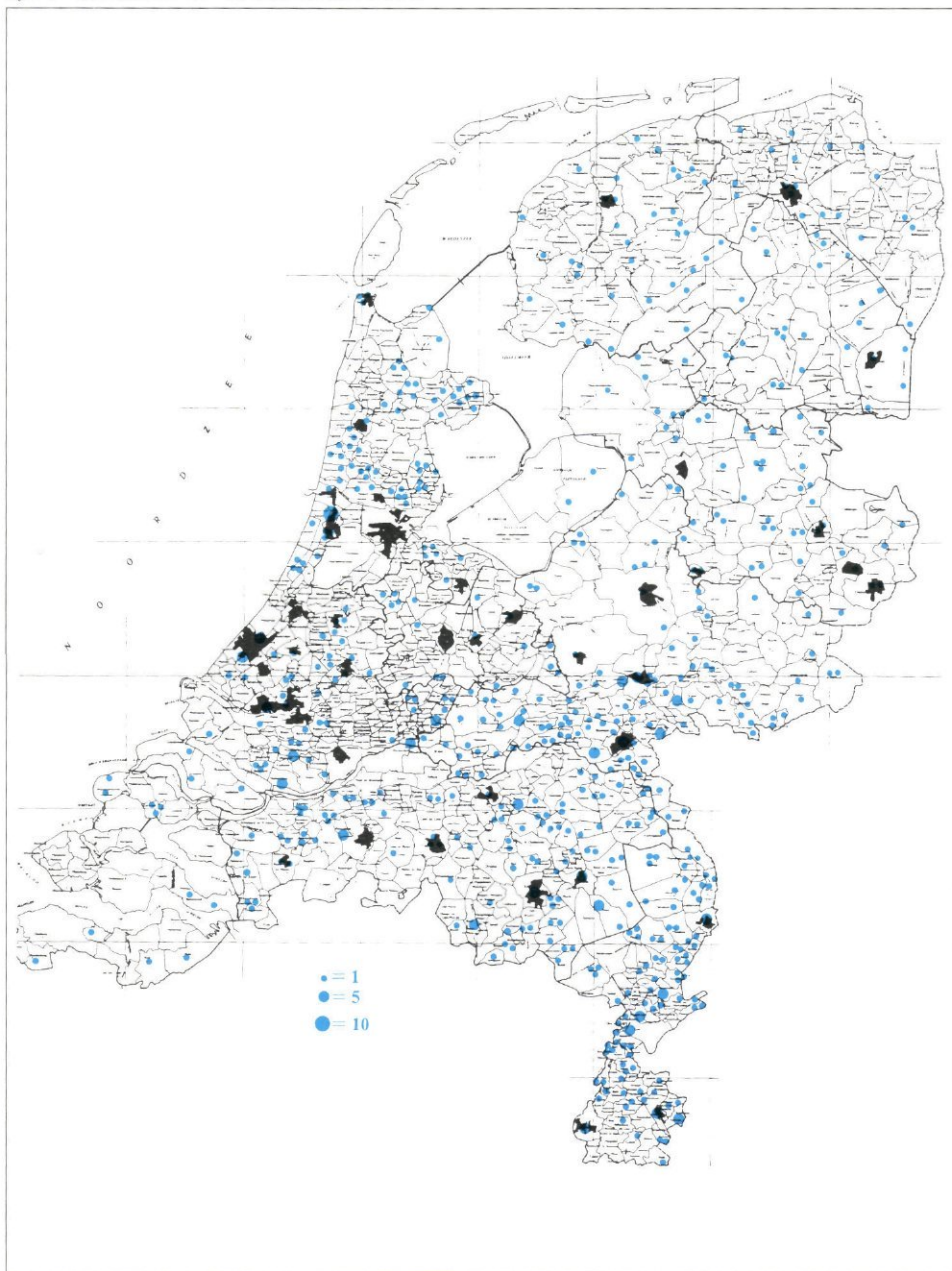
Het gegevensbestand

Het landelijk meetnet van de sportvissers bestaat uit meer dan 2.200 plaatsen, waar met een frequentie van 12 maal per jaar door vrijwilligers het zuurstofgehalte wordt gemeten. Afb. 1 geeft een overzicht van de verdeling van de monsterpunten over het land. Maandelijks worden door elke vrijwilliger 3 tot 4 monsterpunten bezocht. Naast het zuurstofgehalte worden ook de temperatuur en de zichtdiepte (vanaf 1989) gemeten en wordt een aantal aanvullende gegevens geregistreerd. Zo wordt kwalitatief een indruk gegeven van de bewoelingsgraad, de windsnelheid, de stroomsnelheid en de kleur en geur van het water en wordt aangegeven of er zichtbare vervuiling aanwezig is. De monsternemers worden door de NVVS geïnstrueerd, die hiervoor regionale voorlichtingsavonden houdt. De monstername ten behoeve van de zuurstofbepaling geschiedt met behulp van een dompelaar, waarbij het monsterflesje een aantal malen wordt doorspoeld. De gebruikte analysemethode is gebaseerd op

Samenvatting

Door de sportvissers in ons land wordt vanaf 1978 op ca. 2.200 plaatsen maandelijks het zuurstofgehalte gemeten. De gegevens worden door de NVVS opgeslagen en beheerd. Door de LUW zijn de gegevens, verzameld in de periode van 1978 t/m 1989 onderzocht op het voorkomen van trends in het zuurstofverzadigingspercentage. Uit deze analyse blijkt dat het gemiddelde zuurstofverzadigingspercentage in Nederland een licht negatieve trend vertoont. Nadere analyse van de gegevens leert dat het zuurstofgehalte in de stromende wateren is toegenomen, terwijl voor de meeste stagnante wateren een daling van het verzadigingspercentage werd gevonden. Hierbij moet worden opgemerkt dat voor sommige niet stromende systemen regelmatig oververzadiging wordt gemeten. Alhoewel een negatieve trend dan ook niet altijd duidt op een verslechtering van de waterkwaliteit, geldt dat voor de meeste stagnante wateren het gemiddelde verzadigingspercentage beneden de 100 % ligt en de zuurstofhuishouding dus slechter wordt.

Afb. 1 - Overzichtskaart van watermonsternemers.



de methode volgens Roskam en de Lange [NVVS, 1989].

Elk monsterpunt is op grond van karakteristieke kenmerken ingedeeld als een bepaald viswatertype (zie tabel I). Voor een uitgebreide toelichting op de gemaakte indeling wordt verwezen naar het boek: 'Visstandbeheer in het Nederlandse Binnenwater' [NVVS, 1989].

Werkwijze

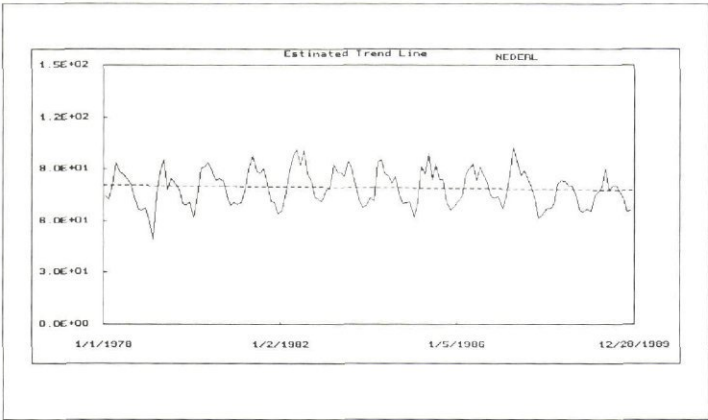
Om temperatuureffecten uit te schakelen zijn alle gegevens verwerkt als zuurstofverzadigingspercentage. Van het totale gegevensbestand zijn verschillende doorsneden gemaakt, die allen zijn onderzocht op het voorkomen van een trend. Trendanalyses zijn uitgevoerd op het totale bestand voor het hele land en per provincie. Per provincie zijn de bestanden ook onderverdeeld naar watertype geanalyseerd. De grote rivieren, waarvoor de Rijksoverheid als waterkwaliteitsbeheerder optreedt, zijn apart onderzocht. De 'Seasonal Kendall toets' is gebruikt voor de analyse van de trends. Deze distributievrije methode houdt rekening met het optreden van periodiciteit in de data [Gilbert, 1987]. Dit is zinvol omdat ten gevolge van de primaire productie het zuurstofgehalte zeer vaak een grote periodiciteit vertoont. Het gebruik van een distributievrije toets heeft als voordeel dat de gegevens niet noodzakelijkerwijs normaal verdeeld hoeven te zijn en bovendien zijn dergelijke methoden niet gevoelig voor het voorkomen van uitschieters en missende data [Conover, 1980].

Resultaten

De resultaten van de trendanalyses per provincie en voor heel Nederland zijn weergegeven in tabel II. In deze tabel is aangeven in hoeverre de trend significant is bij een betrouwbaarheid van 95%. Indien een significante trend werd gevonden is de helling van de trendlijn weergegeven. Ook zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie van de gegevens opgenomen. Voor een groot aantal provincies wordt met een betrouwbaarheid van 95% een negatieve trend in het zuurstofverzadigingspercentage gevonden. Ook het bestand voor het hele land vertoont een significante negatieve trend. Voor de provincies Gelderland, Zuid-Holland en Zeeland wordt geen significante daling of stijging gevonden. Een uitzondering op dit algemene beeld vormen de bestanden voor de provincies Utrecht en Limburg en het bestand voor de grote rivieren, waarin een significant positieve trend wordt aangetroffen.

TABEL I – *Viswatertypen in Nederland (Uit: Visstandbeheer in het Nederlandse Binnenwater).*

Watertypen/Grondsoort	Viszone	Verfijning van de viszone
<i>Beken</i>		
Heuvellandbeek: Krijt/lössgebied	Forelzone	
	Vlagzalmzone	
	(Forel)zone	
Laaglandbeek: Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
<i>Kleine rivieren</i>		
Zandgrond	Vlagzalmzone	
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Grote rivieren</i>		
Krijt/lössgebied zoet	Barbeelzone	
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Dode rivierarmen</i>		
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Kanalen</i>		
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (brak)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Polderwateren</i>		
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (brak)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Vennen en Hoogveenplasjes</i>		
Zandgrond (zuur)	Voor de sportvisserij niet van betekenis	
Zandgrond (niet zuur)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
<i>Wielen/kolken</i>		
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (brak)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Zand-, klei- en grindgaten</i>		
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (brak)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Meren en plassen</i>		
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (brak)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Petgaten</i>		
Veengebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (brak)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
<i>Stadswateren en vijvers</i>		
Krijt/lössgebied	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Zandgrond	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (zoet)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Veengebied (brak)	Brasemzone	Snoek/zeelt milieu
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
<i>Kreken</i>		
Kleigebied (zoet)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu
Kleigebied (brak)	Brasemzone	Brasem/snoekbaars milieu



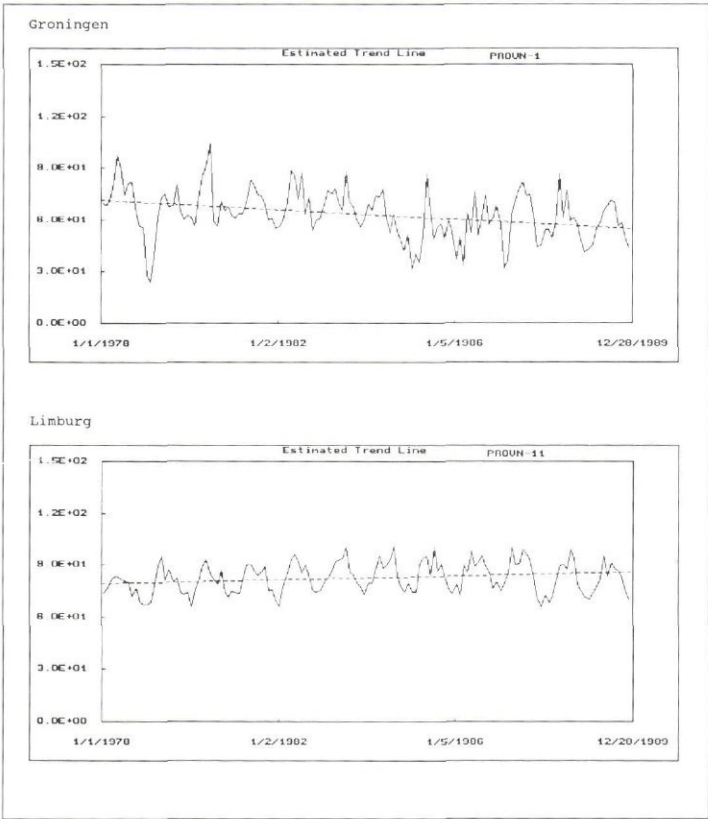
Afb. 2 - Trend zuurstofverzadigingspercentage Nederland.

Ter illustratie is in afb. 2 en 3 het verloop van de trendlijn weergegeven voor het bestand van heel Nederland en voor de provincies Groningen en Limburg. In deze afbeeldingen is tevens het verloop van het gemiddelde verzadigingspercentage per maand weergegeven.

Naast de analyse per provincie, is per provincie een uitsplitsing gemaakt naar viswatertype. De resultaten van deze analyse zijn in verkorte vorm samengevat in tabel III. Voor een volledig overzicht van de resultaten wordt verwezen naar het onderzoeksrapport [Aalderink, 1991]. In tabel III is voor elke provincie per watertype aangegeven of er een significante trend in de gegevens werd aangetroffen.

Uit de resultaten blijkt dat onderscheid moet worden gemaakt tussen stromende en niet stromende wateren. Algemeen

Afb. 3 - Trend zuurstofverzadigingspercentage voor de Provincies Groningen en Limburg.



geldt dat voor de stromende systemen geen significante negatieve trend wordt gevonden. Zo vertonen alle onderzochte stromende watertypen in de provincie Limburg een positieve trend. Ook voor de kleine en grote rivieren geldt dat vrijwel nergens het zuurstofgehalte is afgenomen, met als uitzondering de grote rivieren in Utrecht. Het gaat hier echter om één monsterpunt, dat slechts gedurende een

periode van 5 jaar is bemonsterd. Verder wordt voor de laaglandbeken in de provincies Drente, Overijssel en Noord-Brabant ook een negatieve trend gevonden. Voor de meeste niet stromende wateren worden negatieve of niet significante trends gevonden. De resultaten zijn echter minder eenduidig dan voor de stromende wateren. Voor sommige stagnante watertypen wordt ook een toename van het verzadigingspercentage aangetroffen, bijvoorbeeld voor de zand-, klei- en grindgaten in een aantal provincies. Daarbij komt nog dat voor een aantal wateren geldt dat het gemiddelde verzadigingspercentage hoog is (rond de 100 %), terwijl ook de standaarddeviatie van de waarnemingen groot is. Dit betekent dat ten gevolge van een verhoogde primaire productie, veroorzaakt door eutrofiëring, er regelmatig oververzadiging optreedt. Een negatieve trend hoeft in dergelijke gevallen dan ook geen verslechtering van de waterkwaliteit in te houden, maar zou kunnen duiden op een afnemende eutrofiëring.

TABEL. II - Resultaten trendanalyse van de bestanden per provincie, totaal Nederland en de grote rivieren.

	N	Signifi- cantie 95%	Helling %/jaar	GEM %	SD %
Groningen	5.356	S	- 1.39	63.1	14.2
Friesland	8.539	S	- 0.98	71.4	11.9
Drente	5.425	S	- 1.21	76.9	15.1
Overijssel	20.674	S	- 0.51	74.8	11.3
Gelderland	37.969	NS		84.4	9.9
Noord-Holland	29.928	S	- 0.86	78.8	15.7
Utrecht	7.017	S	0.76	69.7	13.0
Zuid-Holland	28.644	NS		78.1	14.1
Zeeland	6.128	NS		80.0	17.9
Noord-Brabant	30.574	S	- 0.79	81.4	10.2
Limburg	43.337	S	0.54	82.6	8.6
Flevoland*	351	S	- 6.44	70.7	29.3
Grote Rivieren	8.835	S	0.74	81.9	6.6
Totaal Nederland	231.599	S	- 0.27	79.2	10.3

* Vanaf 1986 data beschikbaar.

Verklaring van de symbolen:

N Aantal waarnemingen

GEM Gemiddelde van de waarnemingen

SD Standaarddeviatie van de waarnemingen

S Significante trend

NS Trend niet significant

Discussie

Het blijkt dat de zuurstofhuishouding in ons land de afgelopen jaren niet is verbeterd. Het gemiddelde verzadigingspercentage vertoont zelfs een licht negatieve trend. Deze conclusie verdient echter enige nuancering. Uit de resultaten

TABEL III – *Samenvatting trendanalyse per provincie.*

Watertype	Viszone	Provincie											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Heuvelandbeek												+	
Laaglandbeek				-	-	0		0			-	+	
Kleine rivieren	2												
	3			+	0	0	0	+			-	+	
	4				0	+	0	+	0		+	+	
Grote rivieren					0	+		-	+		0	+	
Dode rivierarmen	3					-			+		0		
	4				0	-	0	0	0			-	
Kanalen	3	-	0	-	0	-	0	+	0	0	-	0	
	4	-	-		0	+	-	0	0	-	0	0	0
Polderwateren	3	0	-	+	0	-	-	0	0	0	-		
	4	0	-		-	-	0	0	0	-	0		0
Vennen	0												
	3					-					-	0	
Wielen/kolken	3					0	-		0		-		
	4				-	0	0		0		-		
Zand-, Klei-, en Grindgaten	3		0	-		-	-	+	+		-	0	
	4		+			+	0		0		0	0	
Meren/Plassen	3	-	0	0	-	0	-	0	-	0	-	-	
	4				0	-	+		0		-	0	
Petgaten	3												
Stadswateren/Vijvers	3	-		-	0	0	-	-	0		-	-	0
	4					0	-	0	-	0	-	0	0
Kreken	4										-		

Verklaring van de codes:
Provincies: 1: Groningen, 2: Friesland, 3: Drente, 4: Overijssel, 5: Gelderland, 6: Noord-Holland, 7: Utrecht, 8: Zuid-Holland, 9: Zeeland, 10: Noord-Brabant, 11: Limburg, 12: Flevoland
Viszone: 0 niet van belang voor de sportvisserij, 2 vlagzalmzone, 3 snoek/zeelt milieu, 4 brasem/snoekbaars milieu
Trend: - significante negatieve trend bij 95 % betrouwbaarheid
+ significante positieve trend bij 95 % betrouwbaarheid
0 geen significante trend bij 95 % betrouwbaarheid

van de trend-analyse blijkt ook dat voor de grote rivieren en voor stromende wateren in het algemeen het zuurstofgehalte de afgelopen 12 jaar wel is toegenomen. Men mag dan ook concluderen dat de aandacht voor de reductie van de belasting met zuurstofbindende stoffen heeft geresulteerd in een verbetering van de zuurstofhuishouding in deze wateren. Het gaat hierbij vooral om de sanering van puntlozingen, die veelal op stromende wateren plaatsvinden. Voor de stagnante wateren tonen de resultaten een minder rooskleurig beeld. Zoals bij de resultaten al is aangegeven moet voor deze watertypen onderscheid gemaakt worden tussen wateren met een hoog gemiddeld verzadigingspercentage en een grote standaarddeviatie en wateren waarvoor dit niet het geval is. Een hoog gemiddeld verzadigingspercentage duidt erop dat als gevolg van eutrofiering regelmatig oververzadiging optreedt. Op voorhand is niet vast te stellen of een positieve trend als gunstig voor de waterkwaliteit moet worden beschouwd. Omgekeerd hoeft een negatieve trend ook niet altijd een verslechtering van de

waterkwaliteit te betekenen. Immers als het verzadigingspercentage afneemt in het geval dat regelmatig oververzadiging optreedt, kan dit duiden op een verminderde eutrofiëring. Omdat voor de meeste stagnante wateren het gemiddelde verzadigingspercentage wel duidelijk beneden de 100 % ligt kan hiervoor wel gesteld worden dat de zuurstofhuishouding dus slechter wordt. Illustratief in dit verband zijn de gevonden trends voor de drie noordelijke provincies, waar in hoofzaak stagnante wateren zijn bemonsterd. In alle gevallen wordt een relatief grote negatieve trend gevonden, terwijl het gemiddelde verzadigingspercentage en de standaarddeviatie er niet op duiden dat regelmatig oververzadiging optreedt. Er moet dan ook geconcludeerd worden dat de zuurstofhuishouding in de genoemde provincies slechter is geworden. Zo blijkt uit afb. 3 dat het gemiddelde verzadigingspercentage in de provincie Groningen de afgelopen 12 jaar is gedaald van 75 naar minder dan 60 %, wat bij een gemiddelde watertemperatuur betekent dat de zuurstofconcentratie is afgenomen met ruim 1 mg/l.

De afname van het zuurstofgehalte in stagnante wateren moet vooral worden toegeschreven aan de belasting met zuurstofbindende stoffen afkomstig uit diffuse bronnen. Gedacht moet worden aan export van zuurstofbindende stoffen uit landbouwgebieden (bijvoorbeeld ammonium), lozing van ongezuiverd rioolwater door verspreide bebouwing en overstortingen uit gemengde rioolstelsels, die vooral op stadswateren en vijvers plaatsvinden. Opmerkelijk in dit verband is dat juist voor veel stadswateren een negatieve trend in het verzadigingspercentage wordt gevonden. Ook de eutrofiëringsproblematiek speelt een belangrijke rol in de zuurstofhuishouding van stagnante wateren. De verhoogde primaire produktie leidt tot grote schommelingen in het zuurstofgehalte. Naast de grote verschillen in het zuurstofgehalte overdag en 's nachts zullen er ook grote verschillen zijn over de seizoenen. Ook speelt ook de accumulatie van organische stof door het afsterven van de biomassa een belangrijke rol in de zuurstofhuishouding. Dit kan aanleiding geven tot het vormen van een sliblaag met een grote zuurstofvraag. Het onderscheid dat gemaakt moet worden tussen stromende en meer stagnante wateren heeft een direct gevolg voor de resultaten van de trendanalyse per provincie, zoals die zijn gepresenteerd in tabel II. De gevonden gemiddelde trend voor een provincie hangt uiteraard samen met de aard van de aanwezige en door de sportvissers bemonsterde wateren. Voor de provincie Limburg, waar veel stromende wateren in het gegevensbestand zijn opgenomen, wordt een positieve trend gevonden. In de provincie Groningen, waar alleen stagnante wateren zijn bemonsterd, wordt daarentegen een negatieve trend gevonden. Uit de resultaten per provincie mag dan ook niet geconcludeerd worden dat het waterkwaliteitsbeheer in de ene provincie voortvarender ter hand wordt genomen dan in de andere. Immers het gevoerde beleid van sanering van puntlozingen op stromende wateren leidt eerder tot positieve resultaten, dan de aanpak van diffuse bronnen en het terugdringen van de effecten van eutrofiëring. Beide laatst genoemde zijn vooral een zaak van lange adem.

Slotbeschouwing
Reeds enkele decennia wordt veel aandacht geschonken aan de verbetering van de zuurstofhuishouding van het Nederlandse oppervlaktewater.
• *Vervolg op pagina 413*

Analoog aan het bovenstaande kan worden opgemerkt, dat bij toename van een winning de nitraatconcentratie van het opgepompte water tijdelijk daalt, omdat door een grotere onttrekking de grondwaterstand kunstmatig wordt verlaagd. Bij de afname van een winning gebeurt het omgekeerde.

Literatuur

I. Juhász-Holterman M. H. A., Maas, C. and Vogelaar, A. J. (1989). *Onderzoek Nitraatuitspoeling westelijk deel van het Plateau van Margraten*. NV Waterleiding Maatschappij Limburg Maastricht en Kiwa Nieuwegein.

• • •

Zuurstofverzadigingspercentage

• Slot van pagina 409

De belasting met zuurstofbindende stoffen uit puntbronnen is onder andere door de bouw van een groot aantal zuiveringsinstallaties sterk afgenomen. Dit heeft uiteraard geleid tot een navenante verbetering van de zuurstofhuishouding. Ook uit dit onderzoek blijkt dat het gevoerde beleid vruchten heeft afgeworpen. Zo is het zuurstofgehalte in de grote rivieren de afgelopen 12 jaar toegenomen en wordt ook voor veel andere stromende systemen een positieve trend in het zuurstofgehalte gevonden. Uit het onderzoek blijkt echter ook dat het voor veel stagnante wateren minder goed met de zuurstofhuishouding is gesteld. Voor een verbetering van de zuurstofhuishouding blijft aandacht voor het saneren van diffuse bronnen en het terugdringen van de eutrofiëring van groot belang.

Verantwoording

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de NVVS. Mevr. E. van de Bos en de heer H. Rossum, beiden medewerkers van de NVVS, verleenden hulp bij het bewerken van de gegevens en deden waardevolle suggesties tijdens het onderzoek.

Literatuur

Aalderink, R. H. (1991). *Analyse van het zuurstofgehalte in het Nederlandse oppervlaktewater. Een statistische analyse van het databestand van de NVVS*. Nederlandse Vereniging Van Sportvisserfederaties, Amersfoort.
Conover, R. O. (1980). *Practical Nonparametric Statistics*. 2nd ed. Wiley, New York.
Gilbert, R. O. (1987). *Statistical Methods For Environmental Pollution Monitoring*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York.
NVVS (1989). *Visstandbeheer in het Nederlandse Binnenwater*. NVVS, Amersfoort.

• • •

Intrekgebieden

• Slot van pagina 425

freatische winning (circa 15 à 50 jaar), via semi-spanningswater (≈ 200 jaar) naar spanningswaterwinning (> 400 jaar) [TCB, 1989].

– De spreiding in verblijftijd van het onttrokken grondwater neemt toe van freatische winningen (tientallen jaren) naar spanningswaterwinningen (honderden jaren) [TCB, 1989].

4. Conclusies

Tenslotte willen we uit de toepassingen van de geschetste methodiek de volgende conclusies trekken:

- Bescherming van grondwater is maatwerk, toegesneden op de specifieke situatie per winplaats [Hey, 1988].
- TRIWACO/TRACE is een goed bruikbaar programmapakket om intrekgebieden en de verdeling van de grondwateraanvulling en de verblijftijden van het opgepompte water te bepalen.
- De resultaten van TRIWACO/TRACE geven een goede basis voor grondwaterbescherming op basis van volumestromen. Hiermee is het mogelijk een doelmatig beschermingsplan op te stellen dat gedifferentieerd is naar plaats en tijd.
- De geschetste methodiek geeft een goed inzicht in het hydrologisch systeem, hetgeen de basis is voor ondermeer het berekenen van de ontwikkeling van de kwaliteit van het opgepompte water en de inrichting van een doelmatig monitoringsysteem (secundair meetnet).

Literatuur

Basset, P., Janssen H. M. A. en Klaver J. C. M. (1990). *Knelpunten in het grondwaterbeschermingsbeleid: een verkenning*. H₂O (23) 1990, nr. 7.
Boukes, H. (1989). *Enkele voorbeelden van verblijftijdverdelingen en beschermingsgebieden van winningen van freatisch water*. Bijlage 4, TCB A88/04-R.
Hey, G. J. (1988). *Onderzoek ten behoeve van bescherming van waterwingebieden; hoever zijn we eigenlijk?* H₂O (21) 1988, nr. 23.
IWACO (1988). *TRIWACO/TRACE*.
IWACO (1989). *Onderzoek waterwingebied PS. Reuver*. Rapportnr. 331.2170.
IWACO (1990). *Onderzoek intrekgebieden en weerstandsbiëdende lagen waterwinplaatsen Groningen*. Rapportnr. 220.2160.
IWACO (1990^a). *Bepaling van de intrekgebieden van grondwaterwinningen in Noord-Brabant*. Rapportnr. 331.2690.
IWACO (1991). *Onderzoek mogelijke beschermingsgebieden voor particuliere grondwaterwinningen Groningen*. rapport 220.4300 (in voorbereiding).
Technische Commissie Bodembescherming (1989). *Rapport Grondwaterbescherming*. TCB A88/04-R.
Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming (1985). *Advies berekeningsgrondslag grondwaterbeschermingsgebieden*. VTCB-A85/01.

• • •

• End of page 405

groundwater. The method has been applied in several regions in the Netherlands. Measures for groundwater protection can be based on the results of the calculations. The method also gives good understanding of the hydrological system, which is important in forecasting the quality of the pumped water and in designing an effective monitoring network.

H₂O (24) 1991, nr. 15; 426

H. M. VAN DIGGELEN and H. C. ROSIELLE:

A further automated sewage plant

The new automated sewage plant Amstelveen is connected to a computernetwork to supply information.

It is possible to follow the complete process of the plant in Amstelveen on the monitor at the head office in Hilversum and data can be logged as need be for any reporting.

H₂O (24) 1991, nr. 15; 428

S. P. VRIEND and P. F. M. VAN GAANS:

Sampling of waste deposits and other evidently heterogeneous deposits.

A representative misconception

An adequate sampling strategy to determine reliably to what degree environmental thresholds are being surpassed in heterogeneous waste deposits, is often impossible. A hypothetical example is presented of a municipal waste deposit, sized 100 m x 100 m x 10 m, and containing 20 barrels of highly toxic waste of 200 l and a surface of 0.5 m² each. It is shown that determination of the vertical profile at 100 random point locations in the belt gives a 10% chance of hitting at least one of the barrels. A number of 2302 random vertical profiles is needed to raise the chance of hitting at least one barrel to 90%. To obtain an adequate impression (near 95% confidence) of the number of barrels present, systematic sampling of a grid with a spacing of about 60 cm, which means more than 30.000 vertical profiles, is required.

H₂O (24) 1991, nr. 15; 435

G. J. VAN NULAND:

Guaranteeing the quality of the rivers Rhine and Meuse for the production of drinkingwater

The rivers Rhine and Meuse are by far the most important suppliers of surface water reserved for the production of drinking-water. The obligation to pursue a high guarantee of the quality, among other things for the production of drinkingwater, rests with the Public Works Department 'Rijkswaterstaat', as waterauthority for these rivers. The diffuse, calamitous and transboundary pollution can only be influenced in a limited manner by 'Rijkswaterstaat'. What, for instance, do the Rhine Action Plan and North Sea Action Plan actually mean for the quality of the rivers Rhine and Meuse in the years to come?

The result that will be achieved by the intentions mentioned above will still be insufficient, though, to be able to speak of a complete guarantee among of the quality of the Rhine and Meuse. Means will be described in broad outline to come to a further improvement of this guarantee, among other things by referring to aspirations and ultimate goals mentioned in the Third National Policy Document on Watermanagement. For instance, besides starting a Meuse Action Plan, a drastic intensification of prevention will prove to be a necessary limiting condition for an adequate guarantee.