

Fosfaatbelasting van het Tjeukemeer

1. Inleiding

Met het oog op het bestrijden van de eutrofiëring van vele Nederlandse meren is het wenselijk om te komen tot zgn. fosfaatbalansen*. Immers alleen wanneer men alle invoerposten kent is het mogelijk schattingen te maken over het uiteindelijk te bereiken niveau en eventuele prioriteiten aan te geven.

Voor een aantal buitenlandse meren zijn P-balansen opgesteld uitgaande van de theoretische belasting per inwoner, de bijdrage van de landbouw en van de natuur-



H. L. GOLTERMAN
Limnologisch Instituut,
Oosterzee



J. VOERMAN
Limnologisch Instituut,
Oosterzee



H. W. DE NIE
Limnologisch Instituut,
Oosterzee

lijke uit- of afspoeling. Voor Nederland met zijn natuurlijke hoge P-concentratie is dit niet mogelijk.

Een eerste P-balans voor Nederland werd in 1969 opgesteld voor het Veluwerandmeer [1]. Een eenvoudig meetnet, waarbij op grote schaal van mengmonsters werd gebruik gemaakt, maakte de hoeveelheid werk aanvaardbaar. Een latere herziening leidde niet tot een grote wijziging. Aangezien de P-belasting van het Veluwerandmeer grotendeels via menselijke oorsprong tot stand komt was de verwaarlozing van de uit- en afspoelingsterm in deze balans niet van groot belang. Dit ligt anders in meren die deel zijn van een zgn. boezemsysteem, waar de uit- en afspoeling kwantitatief van groot belang kunnen zijn.

Later werden theoretische balansen opgesteld voor heel Nederland [2], Rijnland [3] en Friesland [4]. Geen schatting kon worden gegeven van de bereikte nauwkeurigheid. Over het algemeen geldt, dat hoe kleiner

* Het woord 'balans' is een verkeerd woordgebruik, dat zo algemeen is dat het hier toch maar wordt gevolgd. 'Balans' veronderstelt een gesloten systeem, waarin het gevormde 'kapitaal', d.w.z. bodemfosfaat, kan worden gedemonstreerd. Dit is, helaas, principieel niet het geval.

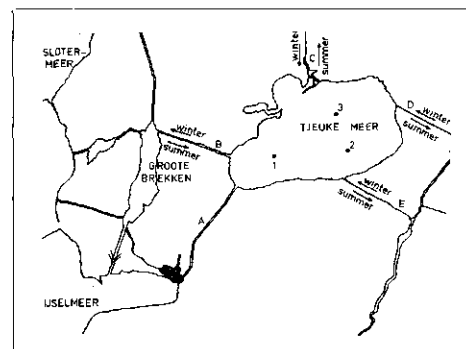
de hydrologische eenheid, hoe groter de onnauwkeurigheid. Deze wordt voor een belangrijk gedeelte veroorzaakt door de (on)nauwkeurigheid in de waterbalans. Voor het IBP programma op het Tjeukemeer [5] werden sedert 1969 chloride metingen verricht; alhoewel toen het onderzoek gepland werd nog niet sterk in de richting van toe- en afvoer balansen gedacht werd, voelde men toch aan dat het waterregime van het Tjeukemeer althans kwalitatief gevolgd zou kunnen worden via het wisselend chloridegehalte [6]. Immers tijdens de 'zomer' wordt IJsselmeerwater in de Friese boezem ingelaten en stijgt het chloridegehalte, terwijl in de natte periode polderwater wordt uitgeslagen met een veel lager chloridegehalte. Zie afb. 1 en 2. In dit artikel wordt aangegeven hoe uit de chloridegegevens zelfs een kwantitatieve waterbalans kan worden opgesteld en hoe hieruit weer de P-belasting kan worden berekend.

Ook voor de berekening van de primaire productie uit de nutriëntenvoorziening werd bij de opzet van het programma meer gedacht aan relaties met de concentratie dan aan die met de P-belasting. Hierdoor werden in de toevoerwateren niet altijd P-totaal bepalingen gedaan.

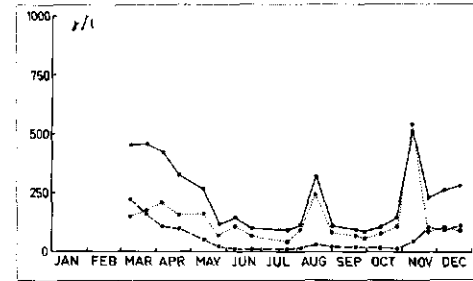
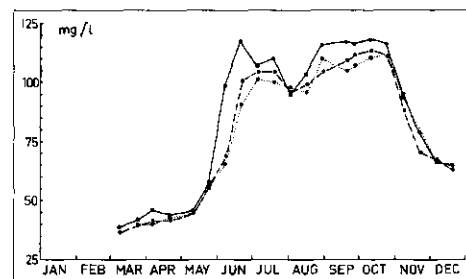
De P-concentratie in het Tjeukemeer

Afb. 1 - Geografische positie van het Tjeukemeer met de drie monsterpunten. Waterbewegingen in winter en zomer zijn aangegeven.

A = Lemsterriijn, B = Follega sloot, C = Scharster Rijn, D = Broeresloot (Vierhuis), E = Pier Christiaan sloot.



Afb. 2 - Chloride concentratie in het Tjeukemeer in 1970. Tijdens de inlaatperiode ligt het gehalte van punt 1 boven dat van de punten 2 en 3 door hun onderlinge ligging. Na het stoppen van de inlaat (juni) mengt het meer snel.



Afb. 3 - Fosfaatconcentratie in het Tjeukemeer in 1970. Getrokken lijn: totaal fosfaat. Gestippeld lijn: organisch opgelost fosfaat. Gestreepte lijn: anorganisch opgelost fosfaat.

(afb. 3) vertoont het volgende globale patroon. Tijdens de winter zijn de concentraties aan ortho-fosfaat en partiaal-P (humusfosfaat) hoog, door de hoge gehalten in het inlaatwater. In de zomer raakt het o-fosfaat vrijwel uitgeput door de algengroei; het part-P blijft op ongeveer 100 µg l⁻¹ doch bestaat nu voor het grootste gedeelte uit cellulair fosfaat. De waterbalans zou in principe bepaald kunnen worden met de formule van Biffi:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{a}{V} M - c \quad (1a)$$

waarin:

- a = doorstroming (m³ t⁻¹);
- V = volume van het meer (m³);
- c = toevoer chloride (kg t⁻¹);
- M = totaal in het meer aanwezige hoeveelheid chloride (kg).

Om praktische redenen kozen wij een eenvoudige numerieke oplossing met tijd t = 1 week, uitgaande van een mengmodel. Aangezien de menging nooit ideaal verloopt zijn verschillende benaderingen mogelijk.

Wij kozen voor de volgende:

$$\frac{M_1 - M_0}{\Delta t} = \frac{a}{V} M_0 - c \quad (1b)$$

M₀ = V c₀ (c₀ = concentratie chloride in meer op tijdstip 0);

M₁ = V c₁ (c₁ = concentratie chloride in meer op tijdstip 1);

(we nemen aan dat het volume van het meer constant is gebleven).

Hieruit volgt:

$$V c_1 = V c_0 - a c_0 \Delta t + c \Delta t \quad (2)$$

a Δt = q De hoeveelheid chloride (m³) water die met concentratie c₀ het meer verlaat.

c Δt = c₁ q De hoeveelheid (kg) van het instromende water met concentratie c₁.

In ons model wordt dus enerzijds een hoeveelheid q met concentratie c₀ uit het meer 'gedrukt' en aan de andere kant eenzelfde hoeveelheid q met concentratie c₁ volledig gemengd met de in het meer aanwezige hoeveelheid (V - q) met concentratie c₀.

Formule (2) wordt:

$$\sqrt{c_1} = \sqrt{c_0} - q c_0 + q c_i \quad (3a)$$

$$q = \frac{c_1 - c_0}{c_1 - c_0} \quad (3b)$$

Uiteraard is het ook mogelijk bovenstaande gegevens te verwerken met behulp van andere mengmodellen. Als waarde voor c_i is een wekelijkse waarde gekozen genterpoleerd uit de gemeten waarden, die slechts maandelijks ter beschikking stonden. Als waarde voor de concentratie in het meer is c_0 gekozen. Beide keuzen zijn gerechtvaardigd, daar waarden met een fout van q groter dan in 2 aangegeven niet in de beschouwing zijn opgenomen.

2. Fouten beschouwing; de gekozen grenzen

Het is duidelijk dat de nauwkeurigheid van de schatting van q afhangt van de nauwkeurigheid in de metingen van c_0 , c_1 en c_i en de grootte van de verschillen tussen de meetgrootheden in de formule (3b).

Om te voorkomen dat louter naar willekeurige schattingen van q al dan niet in de beschouwing worden betrokken, hebben wij expliciet geformuleerde grenzen gesteld, die uiteraard arbitrair gekozen zijn. Zij zullen als volgt net behulp van de foutentheorie worden afgeleid [7, 8].

Stel: de schatting van q is een functie van onafhankelijke veranderlijken c_0 , c_1 en c_i .

$$q = f(c_0, c_1, c_i) \quad (3c)$$

De percentuele fout in alle metingen aan de chloride concentratie is (arbitrair) gesteld op $p \times 100\%$ ($p = 0,04$) dus:

$$\frac{\sigma_0}{\bar{c}_0} = \frac{\sigma_1}{\bar{c}_1} = \frac{\sigma_i}{\bar{c}_i} \quad (4)$$

waar σ = middelbare fout.

De middelbare fout in q wordt dan:

$$\sigma_q^2 = \left[\left(\frac{\delta f}{\delta c_0} \right)^2 \sigma_0^2 + \left(\frac{\delta f}{\delta c_1} \right)^2 \sigma_1^2 + \left(\frac{\delta f}{\delta c_i} \right)^2 \sigma_i^2 \right] \quad (5a)$$

$$\sigma_q = [(c_1 - c_i)^2 c_0^2 + (c_i - c_0)^2 c_1^2 + (c_1 - c_0)^2 c_i^2]^{1/2} p (c_i - c_0)^{-2}$$

De percentuele fout in q wordt hieruit berekend volgens

$$100\% \times \sigma_q / q$$

We hebben een aanzienlijke percentuele fout in q toegelaten (< 125%). Waarnemingen met een percentuele fout die hoger ligt, hebben we als niet ter zake doende beschouwd.

Formule (3b) toegepast in de 'zomer'-periode geeft q_{GB} (= de toevoer Groote Brekken), in de 'winter'-periode q_{VH} (= Vierhuis: D in afb. 1).

Vermenigvuldiging van q met de fosfaatconcentratie van het inkomende water

geeft de P-belasting, terwijl $q \times$ de fosfaatconcentratie van het meer de P-afvoer geeft. In principe moet in beide gevallen met de Tot-P concentratie gewerkt worden; deze was niet voor alle jaren aanwezig. Zie methodiek.

3. Methodiek

Alle bepalingen werden verricht volgens IBP handboek nr. 8 [7]. Chloride volgens procedure 4.6.5; fosfaat volgens 5.6.2 (ortho-fosfaat) en 5.7.3 (totaal fosfaat); COD volgens 7.3.2 en chlorophyl volgens 7.8.2.

Wanneer het Tot-P gehalte niet gemeten was, werd het als volgt geschat:

$$\text{Tot-P} = \text{PO}_4\text{-P} + \frac{1}{2.7} \frac{\text{COD-part}}{35} \quad (6)$$

waarin $\text{PO}_4\text{-P}$ is het ortho-fosfaat gehalte

($\mu\text{g l}^{-1}$), 2,7 is de omrekeningsfactor van O_2 (COD) naar C en 35 is de omrekeningsfactor van C naar chlorophyl waarbij aangenomen is, dat $P_{\text{eel}} : \text{Chlorophyl} = 1 : 1$ (zie uitkomsten).

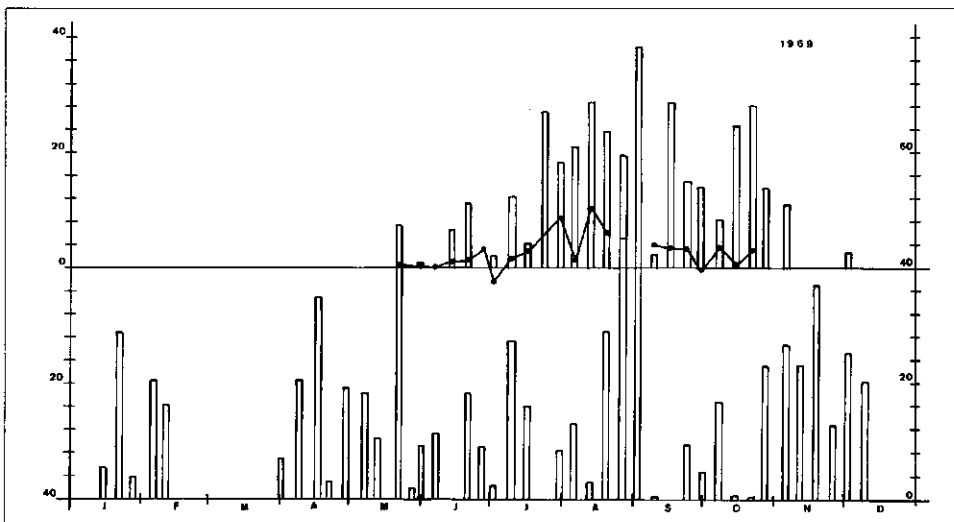
Aangezien in het Tjeukemeer beide bepalingen naast elkaar verricht werden, konden de volgens (6) berekende waarden vergeleken worden met de gemiddelde gemeten Tot-P waarden in het Tjeukemeer in 1973, 1974 en 1975. Gemiddeld bleken de berekende waarden 1,3 maal de gemeten waarden te bedragen.

De cijfers voor de belasting werden echter niet met deze factor verlaagd, daar de grootste belasting tijdens de winter plaats vindt, en de factor tijdens deze periode dichter bij 1 lag. De fosfaatbelastingen zijn berekend met gebruikmaking van de geschatte fosfaatconcentraties.

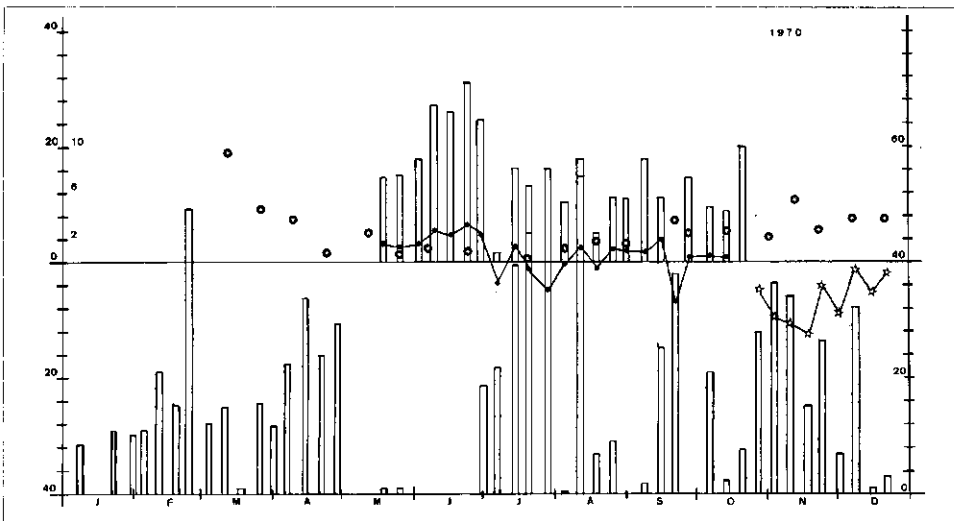
Afb. 4a 1/m 4g.

Onderste blokken: Regenval (mm) in week voorafgaand aan monsternamen (rechter schaal). Bovenste blokken: Waterinlaat bij Lemmer (Q_L) in 10^6 m^3 (linker schaal).

- : Water invoer op het Tjeukemeer (q) berekend volgens formule 3b in 10^6 m^3 in de 'zomer' en 'winter' periode (linker schaal).
- ⊙ : Part-P : Chlorophyl verhouding.



Afb. 4b.



TABEL I - Relatie ($q = a + b Q_L$) tussen hoeveelheid water ingelaten te Lemmer (Q_L) en de hoeveelheid komend op het Tjeukemeer (q , berekend via formule 3b).

n = aantal significante waarnemingsperioden; r = correlatie coëfficiënt; a = afsnijding van de y-as; b = richtingscoëfficiënt. Daar a kleiner is dan b Q_L is b ongeveer gelijk aan het gedeelte van Q_L dat op het Tjeukemeer komt.

(x) = totaal aantal waarnemingsperioden.

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
n =	15 (22)	12 (23)	13 (32)	10 (26)	12 (27)	8 (23)	9 (27)	9 (33)
r =	0,41 (0,34)	0,90* (0,87)*	0,83* (0,73)*	0,76* (0,75)*	0,41 (0,50)*	0,40 (0,26)	0,38 (0,67)*	0,81* (0,34)
a =	- 5,68	- 3,74	- 3,43	0,12	1,50	2,04	1,92	- 2,30
b =	0,46 (0,61)	0,36 (0,34)	0,43 (0,34)	0,21 (0,25)	0,20 (0,29)	0,17 (0,14)	0,14 (0,22)	0,32 (1,07)

* zijn significant

4. Uitkomsten

4.1. Waterbalans

In de gekozen benadering van de waterbalans is de invloed van kwel, wegzijging, verdamping en neerslag verwaarloosd.

Wat de laatste twee posten betreft levert dit voor de berekening van de fosfaatbelasting geen bezwaren op. Van de eerste posten — die overigens in klassieke balansen veelal als sluitposten te voorschijn komen — kan gezegd worden, dat ze klein zijn ten opzichte van de totale hoeveelheid ingepompt water, zoals gezien kan worden aan de geringe verandering van de chloride cijfers 's winters en de grote toegevoerde watervolumina.

Voor de berekening van de waterbalans is gebruik gemaakt van een simpel monsterprogramma, dat zonder ingewikkelde rekenmodellen tot een berekening van de fosfaatbelasting met voldoende nauwkeurigheid kan leiden. Enkele voorbeelden met een andere benadering zijn doorgerekend, doch leverden geen andere fosfaatbelasting op dan die met het toegepaste model verkregen werden.

De watervolumina die in het Tjeukemeer komen via de Broeresloot (D) en de Follegasloot (GB) en de regenval gedurende de 7 dagen voorafgaand aan de monsternamen zijn aangegeven in de afb. 4a t/m 4g.

De getrokken lijn geeft aan welk gedeelte van het in Lemmer ingelaten water (Q_L) op het Tjeukemeer terecht komt. Zie ook tabel I.

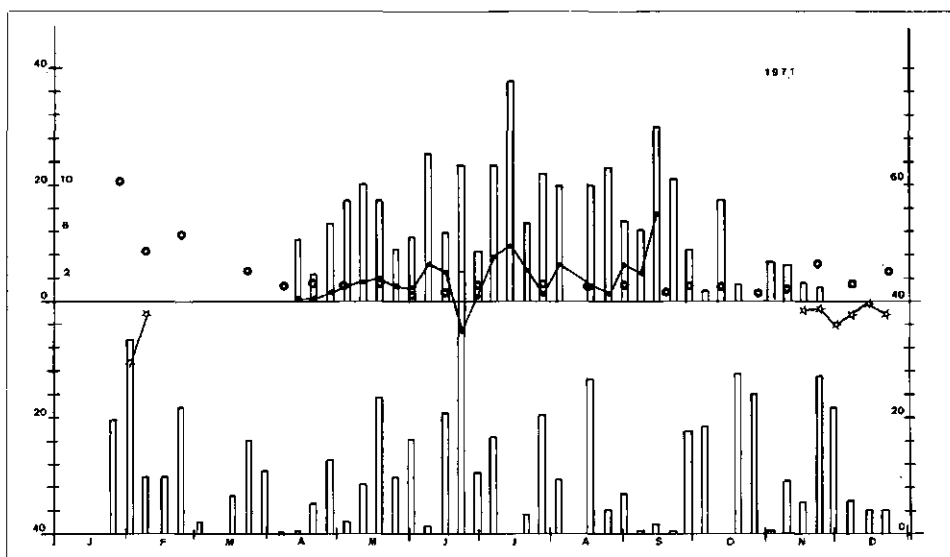
Het valt op, dat q_{GB}/Q_L over de jaren 1969 tot 1972 ongeveer 40 %, doch over de jaren 1972 tot 1977 ongeveer 20 % is.

Het lijkt niet onwaarschijnlijk, dat deze daling door een verandering in het waterstaatkundige regiem in de Friese boezem is veroorzaakt. Uiteraard fluctueert deze fractie, bijv. afhankelijk van het weer; zo blijkt het percentage in het droge jaar 1976 beduidend hoger te liggen.

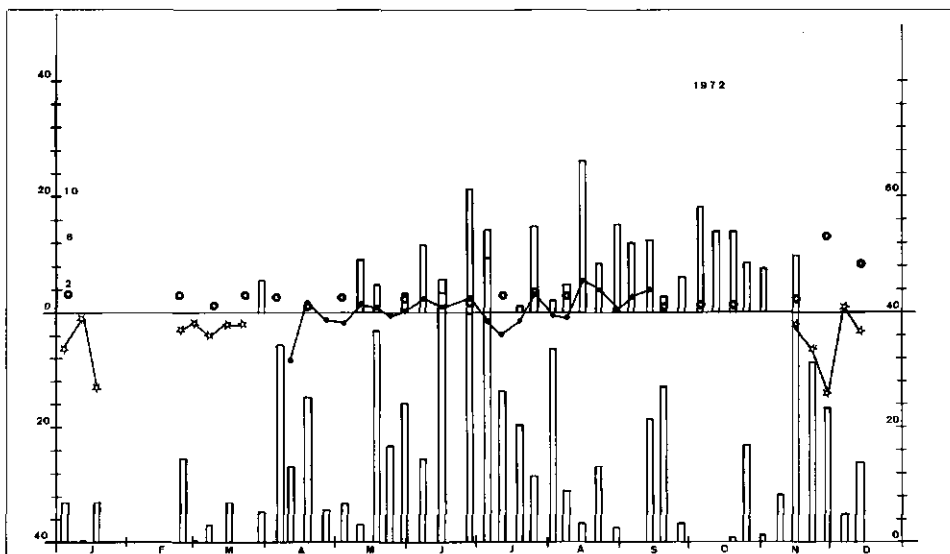
4.2. Fosfaatbalans

De bruto P-belasting via de wateraanvoer (Vierhuis + Groote Brekken) varieert van 35 tot 75 ton (zie tabel II). De toevoer via menselijk handelen (bijv. de melkfabriek, waarvan de P-toevoer op 1 - 2 ton geschat

Afb. 4c.

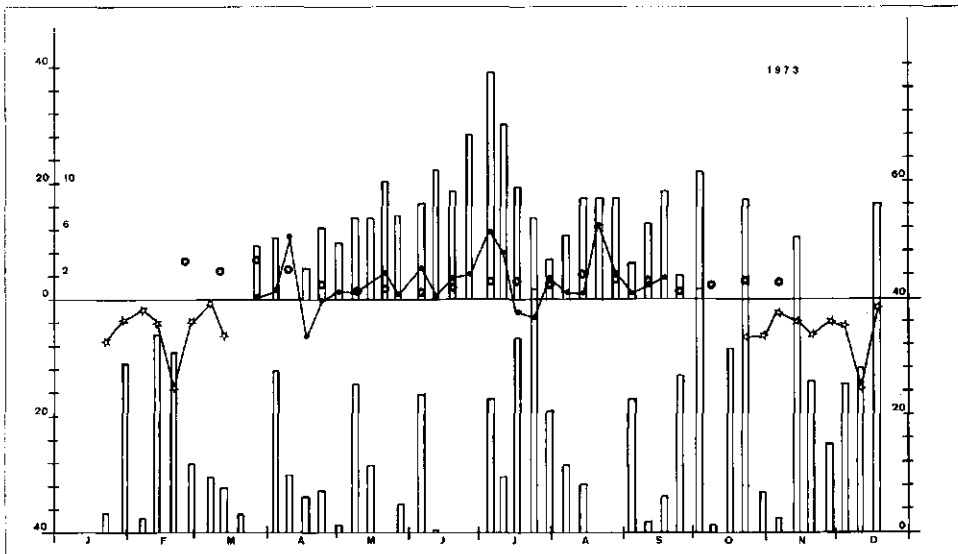


Afb. 4d.

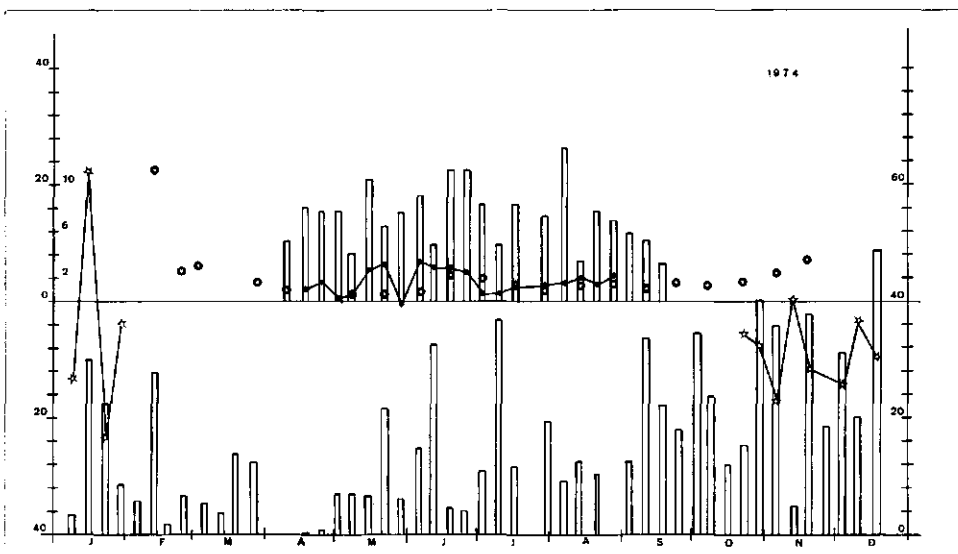


TABEL II - Totale toe- en afvoer en netto belasting voor het Tjeukemeer.

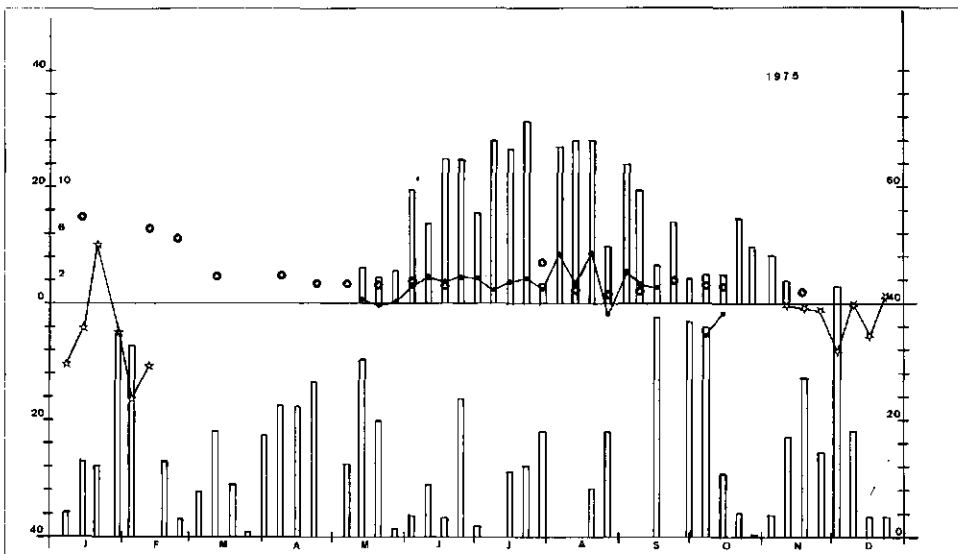
	In		Uit		Netto
	ton jaar ⁻¹	g m ⁻² j ⁻¹	ton jaar ⁻¹	g m ⁻² j ⁻¹	
1973	54,6	2,73	43,0	2,15	0,6
1974	73,7	3,69	62,3	3,12	0,6
1975	35,4	1,77	29,8	1,49	0,3



Afb. 4e.



Afb. 4f.



Afb. 4g.

kan worden) heeft procentueel op deze P-balans dus vrijwel geen invloed, evenals bijv. een bevolking kleiner dan 1000 zielen. Voor beter inzicht in de biologische gevolgen van deze belasting is het echter nodig naar verschillende periodes te kijken. Uit de afb. 5a t/m 5c blijkt dat de P-toevoer onderscheiden kan worden in een 'winter'-toevoer via inkomend polderwater en in een 'zomer'-toevoer met IJsselmeerwater. In deze laatste periode verlaat echter ook veel fosfaat het meer, doordat het water dat het meer verlaat een gelijke P-concentratie heeft. In deze periode is dus meer sprake van 'doorspoeling'. De twee mechanismen kunnen worden herkend aan het part-P/Chlorophyl quotiënt. In de 'winter'-periode, waarin water naar het westen toestroomt (uitslag polderwater) is de verhouding Part-P/Chlorophyl hoog. Dit wordt veroorzaakt door het hoge gehalte van Part-P dat met het polderwater op het meer wordt gebracht (vermoedelijk via humusdeeltjes). In de zomer daalt het quotiënt tot ongeveer 0,8 - 1,2. Ongeveer eenzelfde quotiënt — 1,6 — wordt in vele andere Friese meren gevonden [2]. Het ligt daarbij enigszins boven wat internationaal gezien veelal aangenomen wordt, nl. 0,7 à 1. (Derhalve is voor berekening van Tot-P uit chlorophyl in de formule (6) een factor 1 gekozen). Een belangrijk deel van de P-belasting in de winter leidt niet tot primaire productie, daar het het meer weer verlaat in de donkere periode. Een tweede gedeelte blijft in het meer (= de zgn. netto belasting) en leidt tot accumulatie in water en bodem. Uit tabel III blijkt dat in de periode 23/10 - 18/12 1973 en 8/10 - 11/2 1975 resp. 47 % en 57 % van de netto belasting leidt tot concentratieverhoging in het water — en dus tot algen groei — in de maanden van het groeiseizoen. Het overige gedeelte van de netto belasting leidt tot accumulatie in de bodem. Wanneer de periode 23/10 - 18/12 1973 verlengd wordt tot 22/1 1974, wordt het percentage 32 %, hetgeen veroorzaakt is door een korte periode met een onverklaarde verandering in de richting van de watertoevoer. Hieruit blijkt dat dit percentage fluctueert, vermoedelijk afhankelijk van de watertoevoer. Uit de gevonden concentraties van Ca²⁺ en PO₄-P en de pH en het daaruit berekende ionenproduct Ca₅(PO₄³⁻)₃ OH, kan worden geconcludeerd, dat apatietvorming bij de bodemopslag waarschijnlijk het belangrijkste mechanisme is (gevonden waarden 10⁻⁴⁶ - 10⁻⁵⁶; theoretisch 10⁻⁵⁰, 10⁻⁵²). Gezien de experimenten van Kouwe en Golterman [9] in proefvijvers en vele experimenten met bodemmateriaal (doctoraal verslagen v. Leeuwen en Bootsma) kan worden gesteld, dat dit

TABEL III - Volume van het water ingelaten op het Tjeukemeer via Vierhuis (berekend via formule 3b), fosfaat invoer en fosfaat afvoer gedurende de periodes van polderwater toevoer. De belasting wordt berekend als:

$$P_{in} - P_{uit}$$

meeroppervlakte

P_{in} is berekend volgens $q_{VH} \times (P_{VII} - \text{berekend})$

P_{uit} is berekend volgens $q_{VH} \times (P_{tim} - \text{berekend})$

Formule 3b toegepast in de 'zomer'-periode

geeft q_{GB} , voor de 'winter'-periode q_{VH} (betreft afb. 4).

data	q_{VH} 10 ⁶ m ³	fosfaat belasting (P in kg)		fosfaat conc. gemeten (P in gr m ³)	
		in	uit		
1973					
23/10	6,41	2184	1842	176	
30/10	6,36	2515	1867		
6/11	2,01	882	603		
14/11	3,81	1838	1166		
20/11	6,35	3339	1982		246
28/11	3,94	2243	1254		
4/12	4,44	2721	1441		
11/12	15,59	10230	5156		
18/12	1,42	994	478		
		26910	15789		

1974

8/1	13,28	6902	5137	428
15/1	22,54	7657	9843	
22/1	24,62	8195	9954	
29/1	5,37	1280	1470	
5/2	6,44	1248	1358	436
12/2	7,73	3058	3155	
		10530	8515	

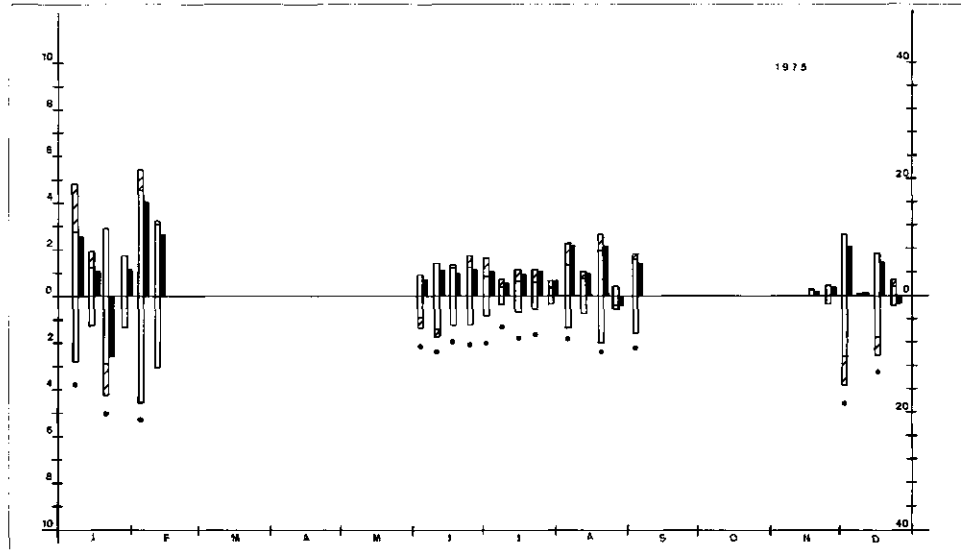
8/10	8,50	3378	3852	191
15/10	9,80	3125	3496	
22/10	5,31	1276	1382	122
29/10	7,32	2297	1932	
5/11	17,37	6727	4650	286
12/11	0,56	258	152	
19/11	11,60	6198	3192	
26/11	—	—	—	758
3/12	14,08	7436	3885	
10/12	3,45	1801	954	
18/12	9,69	4997	2686	
		36977	25877	

1975

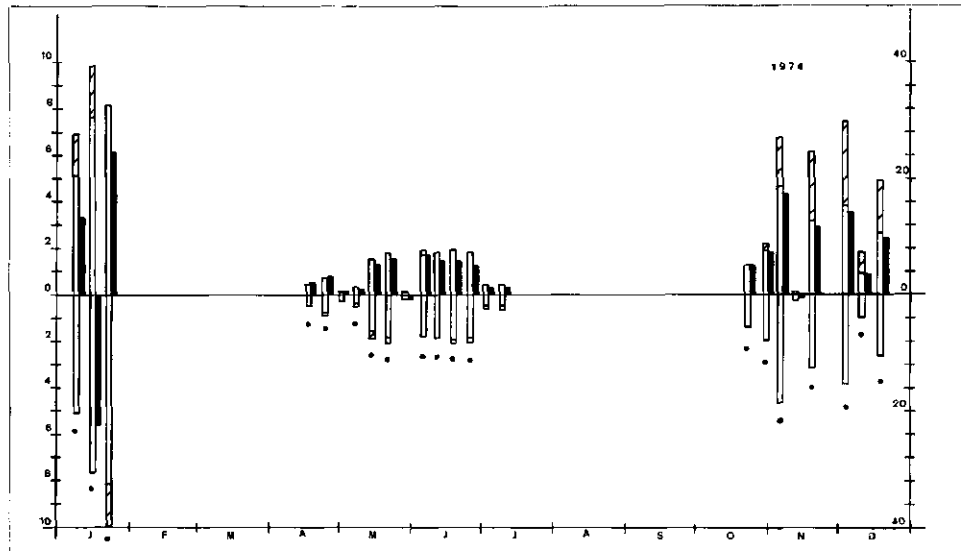
7/1	10,08	4836	2800	358
14/1	4,33	1922	1206	
20/1	10,39	4238	2900	
28/1	4,66	1734	1304	
4/2	16,27	5467	4562	
11/2	10,73	3220	3016	
		12941	9988	

fosfaat in een belangrijke mate beschikbaar is voor algengroei in perioden waarin de externe toevoer onvoldoende is voor maximale algen opbloei.

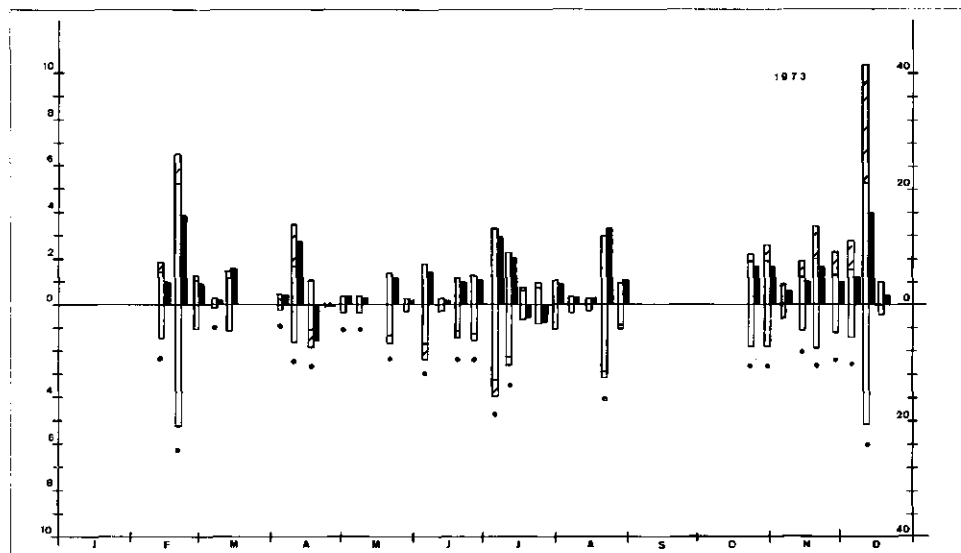
Ook in de zomer-periode is er een aanzienlijke P-belasting. Daar totaal-P gemeten is, is een deel van deze toevoer fosfaat opgeslagen in algen, nl. uit de Grootte Brekken. Dit fosfaat draagt dus niet bij aan de toename van de primaire produktie; het wordt gedeeltelijk gecompenseerd door-



Afb. 5a.



Afb. 5b.



Afb. 5a t/m 5c.

Onderste blokken: Fosfaat afvoer van het Tjeukemeer in 10³ kg (linker schaal).

Bovenste blokken: Fosfaat invoer op het Tjeukemeer in 10³ kg (linker schaal).

Gearceerde blokken: Netto fosfaat belasting van het Tjeukemeer in 10³ kg (linker schaal).

Zwarte blokken: Waterinvoer (q) op het Tjeukemeer in 10⁶ m³ (rechter schaal).

dat in het uitstromende water algen worden afgevoerd. Wel blijft er in het groeiseizoen een netto belasting (afb. 5). In een verdere analyse zal worden nagegaan in hoeverre deze belasting bijdraagt tot toenemende productie.

De numerieke gegevens van de P-belasting zijn samengevat in tabel III. Zowel aan deze tabel, als aan de afb. 4 en 5 kan worden gezien, dat er een grote variatie bestaat tussen de verschillende jaren. Van de zeven jaren met hydrologische gegevens vertonen vier (1970, 1973, 1974, 1975) eenzelfde beeld, terwijl 1969, 1971 en 1972 hiervan afwijken.

Ook in de P-belastingen blijken belangrijke verschillen voor te komen. Doordat van slechts drie jaren voldoende gegevens beschikbaar waren is het moeilijk om aan te geven wat de 'normale' jaren waren.

Uitgaande echter, dat de jaren 1973, 1974, 1975 hydrologisch 'normaal' waren (zie afb. 4) kan worden aangenomen, dat deze jaren ook voor de P-belasting als normaal beschouwd kunnen worden; toch blijkt, dat zelfs in deze 'normale' jaren de variatie in de zgn. natuurlijke P-belasting nog groot is (55 ± 20 ton).

5. Conclusies

Het opstellen van een hydrologische balans met voldoende nauwkeurigheid om als basis te dienen voor een berekening van de P-belasting is moeilijk. In de meeste vaarten en sloten kan de stroomrichting van dag tot dag veranderen; zelfs in de loop van een dag kan het regiem veranderen (opwaaiing). Kwel en wegzijging moeten bekend zijn, terwijl die veelal als sluitpost van de waterbalans bepaald worden. Haringman [6] trachtte met klassieke hydrologische meetmethodieken de waterbalans van het Tjeukemeer op te stellen. Zijn conclusie was dat de onnauwkeurigheden in sommige posten in de waterbalans zo groot zijn (50 %) dat deze niet nauwkeurig genoeg is voor de berekening van de P-belasting. Zelfs het verhang in vele sloten en vaarten valt veelal moeilijk te meten, terwijl dit voor een hydrologische balans zeer belangrijke gegevens zijn.

Wanneer de chloride concentraties voldoende verschillend zijn in de loop van de seizoenen kan hieruit een nauwkeuriger balans worden opgesteld. Hiervoor is het noodzakelijk over chloride concentraties van in- en afvoerwater en het meer zelf te beschikken met een frequentie van eens per 1 à 2 weken. Daar de concentratie in het meer veelal niet homogeen is, moeten voldoende meetpunten worden gekozen, en omdat grote betrouwbaarheid vereist is, moet een zo nauwkeurig mogelijke titratie worden gebruikt (% fout = 0,2 %).

Gezien de grote verschillen in de chloride concentraties in de meeste Nederlandse boezemwateren mag worden verwacht, dat op deze wijze redelijk nauwkeurige waterbalansen kunnen worden opgesteld.

Ook de fosfaatgehalten van de drie typen wateren moeten gemeten worden: het is noodzakelijk Tot-P en PO₄-P bepalingen te verrichten. Bij het onderzoek van het Tjeukemeer bleek, dat grote variaties in de verschillende jaren gevonden werden. Daar deze belasting voornamelijk een zgn. natuurlijke belasting is, moet grote voorzichtigheid betracht worden in uitspraken over de percentuele bijdrage van deze belasting aan de totale belasting, wanneer metingen over slechts één jaar beschikbaar zijn. Tevens moeten eventuele riooluitlaten bemonsterd worden in situaties waarin deze een bijdrage leveren.

Het is raadzaam de belasting te onderscheiden in één die tijdens het groeiseizoen en één die tijdens de winter plaatsvindt, terwijl alleen de zgn. netto belasting een zinvolle betekenis heeft.

De schrijvers van dit artikel zijn dank verschuldigd aan H. A. Kramer voor zijn aandeel in het verrichten van de chemische bepalingen.

Literatuur

1. Golterman, H. L., 1970. *Mogelijke gevolgen van de fosfaat-eutrofiëring van het oppervlaktewater*. H₂O, 3 (10); 209-215.
2. Golterman, H. L., 1976. *Fosfaten in het Nederlandse oppervlaktewater*; Rapport van de Stuurgroep fosfaten. Den Haag, Sigma Chemie. 133 blz.
3. Schmidt-van Dorp, A. D., 1978. *De eutrofiëring van ondiepe meren in Rijnland (Holland)*. Helmond, Wibro, 254 blz. Is: Proefschrift Rijksuniversiteit te Utrecht, juni 1978.
4. Claassen, T. H. L., 1979. *Globale fosfaatbalans van Friesland's boezem*. H₂O, 1 (12); 6-10.
5. Beattie, M., Bromley, H. J., Chambers, M., Goldspink, R., Vijverberg, J., Zalinge, N. P. van, Golterman, H. L., 1972. *Limnological studies on Tjeukemeer — a typical Dutch polder reservoir*. Proc. I.B.P.-UNESCO Symposium on Productivity Problems of Freshwater (Ed. by Z.Kajak & A. Hillbricht-Ilkowska), Kazimierz Dolny, Poland, 1970; 421-447.
6. Haringman, J. R. 1969. Doctoraal verslag, Vrije Universiteit, Amsterdam.
7. Alkemade, C. Th. J., Hoogenboom, A. M. en Smit, J. A., 1973. *Fysische meetmethoden*. Utrecht, Oosthoek. 451 blz.
8. Golterman, H. L., Clymo, R. S. and Ohnstad, M. A. M., 1978. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*; a comp. rev. and exp. edition. Oxford, Blackwell, 200 p. Is: IBP handbook, nr. 8.
9. Kouwe, F. A. en Golterman, H. L., 1976. *Rol van bodemfosfaten in het eutrofiëeringsproces*. H₂O, 5 (9): 84-86.
10. Leeuwen, L. J. van, 1973. Doctoraal verslag, Limnologisch Instituut, Nieuwersluis.
11. Bootsma, C. Doctoraal verslag, Limnologisch Instituut, Oosterzee.

Postakademiale cursus zwembaden

De Stichting Postakademiale Vorming Gezondheidstechniek organiseert aan de TH Delft op 6, 7 en 8 mei 1980 een Cursus Energie, Water en Hygiëne in Zwem-inrichtingen.

Het programma omvat o.a. de volgende onderwerpen: energiebesparing, afdekken van buiten- en binnenbaden, zonne-energie, warmtepompen, warmteterugwinning in overdekte baden, (milieu)hygiëne, vloerverwarming, total energy en warmte-opslag, filtratie, microbiologische aspecten van de zwemwaterkwaliteit, normen en bepalingsmethoden voor zwemwater en de toekomst van openluchtbaden.

De cursus is in de eerste plaats bestemd voor academici, doch ook personen, die een leidinggevende functie bekleden zonder een academische opleiding te hebben genoten kunnen aan de cursus deelnemen. Het cursusgeld bedraagt f 725,— per persoon.

Nadere inlichtingen geeft het bureau van de cursusleiding: secretaresse mej. F. S. von Boltog, tel. 015 - 78 54 68 / 78 46 18.

20 t/m 22 mei 1980, Frankfurt: BGW/DVGW Haupttagung

De Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) en het Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) organiseren gezamenlijk van 20 t/m 22 mei a.s. in Frankfurt am Main een Haupttagung. Inlichtingen over het programma bij het hoofdkantoor van de BGW, Euskirchener Strasse 80, 5300 Bonn-Duisdorf, of bij het bureau van de DVGW, Frankfurter Allee 27-29, 6236 Eschborn 1.

Vakbeurs Analytica '80, 29 april-2 mei, München

Van 29 april t/m 2 mei 1980 wordt in München de '7. Internationale Fachausstellung für Biochemische und Instrumentelle Analyse' gehouden. Tegelijkertijd wordt de Tagung 'Biochemische Analytik' georganiseerd. Inlichtingen: Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messengelände, Postfach 12 10 09, D-8000 München 12.

