DI: 17736

coördinatiecommissie uitvoering
wet verontreiniging
oppervlaktewateren

werkgroep VI

ontwikkeling van grenswaarden voor doorzicht, chlorophyl, fosfaat en stikstof

resultaten van de tweede eutrofiëringsenquete

C 7667

DIENST BINNENWATEREN
RIJKS-
WATERSTAAT
RIZA

COORDINATIECOMMISSIE UITVOERING WET
VERONTREINIGING OPPERVLAKTEWATEREN CUWVO
WERKGROEP VI

ONTWIKKELING VAN GRENSWAARDEN VOOR DOORZICHT, CHLOROPHYL, FOSFAAT EN STIKSTOF

RESULTATEN VAN DE TWEEDE EUTROFIERINGSENQUETE NOVEMBER 1980

RIJKSINSTITUUT VOOR ZUIVERING VAN AFVALWATER

RIJKSWATERSTAAT
Dienst Binnenwateren RIZA
Maerlant 4-6
8224 AC
Postbus 17
8200 AA Lelystad

INHOUD BLZ.

Samenvatting en konklusies. 5

1. Inleiding. 11

2. Uitvoering enquete. 13
2.1. Deelnemende instanties. 13
2.2. Opzet van de enquête. 14

3. Resultaten. 15
3.1. Algemeen. 15
3.2. Bodemgesteldheid en morfometrie. 16
3.3. Water- en nutriëntenhuishouding. 16
3.3.1. Vollenweider-benadering. 17
3.3.2. Verwerking Nederlandse gegevens. 20
3.3.3. Toelaatbare fosfaatbelasting. 25
3.4. Chlorophyl en doorzicht. 28
3.5. Chlorophyl, zuurstofgehalte en pH. 31
3.6. Chlorophyl en nutriënten. 33
3.7. Algensoorten. 36

4. Eenvoudig model voor de algenbiomassa. 37
4.1. Inleiding. 37
4.2. Chlorophyl en onderwaterlichtklimaat. 38
4.3. Chlorophyl en nutriënten. 40
4.4. Toepassing van het model. 41

Referenties. 47

Figuren.

Bijlagen.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

In vervolg op een eerste oriënterende eutrofiëringsenquete gehouden in 1975 onder alle waterkwaliteitsbeheerders in Nederland, is in 1977 een tweede enquete ingesteld onder de beheerders van eutrofiëringsgevoelige wateren. Doel van deze enquête was een meer kwantitatief beeld te verkrijgen van de relaties tussen verschillende milieufactoren zoals nutriëntenbelasting, nutriëntenconcentratie, waterdiepte enz. en de omvang van de algenbiomassa en de effecten hiervan.

Een tiental instanties hebben gegevens toegeleverd over in totaal 90 verschillende wateren of delen van wateren. Achtereenvolgens wordt ingegaan op de water- en nutriëntenhuishouding, de relatie tussen het chlorophylgehalte (als maat voor de algenbiomassa) enerzijds en doorzicht, zuurstofgehalte, zuurgraad en nutriënten (stikstof en fosfor) anderzijds en de belangrijkste voorkomende algensoorten. Op basis van de beschikbare gegevens en een bestaand model voor de relatie tussen de algenbiomassa en het lichtklimaat onder water (Verhagen 1978) is een eenvoudig algenbiomassa-model ontwikkeld voor de relaties tussen chlorophylgehalte en de milieufactoren stikstof, fosfor en "licht".

- Water- en nutriëntenhuishouding.
  Vollenweider (1979) heeft door middel van vergelijkend onderzoek aan een groot aantal meren een verband afgeleid tussen de fosfaatconcentratie in het instromende water en de fosfaatconcentratie in het meer, waarin de hydraulische verblijftijd de bepalende variabele is. Volgens het model zijn het fosfaatgehalte van het instromende water en het fosfaatgehalte van het meer rechtevenredig bij onveranderde verblijftijd. Voor verklaring van de verschillen tussen meren onderling blijkt dit model redelijk goed te voldoen (OECD 1979).
  Voor individuele meren waarvan de fosfaatbelasting wordt verlaagd en de verblijftijd in principe constant is, is het vooral in ondiepe wateren met een intensieve uitwisseling tussen water en bodem, nog zeer de vraag of de afname van het fosfaatgehalte in het meer rechtevenredig zal verlopen met de afname van de fosfaatbelasting.
  De enquete leverde slechts voor een beperkt aantal wateren voldoende gegevens op van de water- en fosfaathuishouding.

Het Vollenweider-model blijkt voor deze Nederlandse wateren redelijk te voldoen. Statistische verwerking van de Nederlandse gegevens heeft niet geleid tot een verbetering van dit model.
Uitgaande van een bepaald gewenst fosfaatgehalte kan de toelaatbare fosfaatbelasting worden berekend afhankelijk van de factoren,verblijftijd en gemiddelde waterdiepte.
Uit de berekeningen blijkt onder meer dat voor in Nederland veel voorkomende wateren (gem. diepte 1-2 m, verblijftijd een tot enkele maanden) voor handhaving van een fosfaatgehalte van ca. 0,10 mg P/l een fosfaatbelasting toelaatbaar is in de orde van 1 g P/m^2 jaar.

- Chlorophylgehalte en doorzicht.
De helderheid van het water is een zeer belangrijke ecologische factor in verband met de ontwikkeling van waterplanten en hiermee samenhangende dierlijke organismen en is bovendien van groot belang voor de recreatieve functies van het oppervlaktewater.
Uit de gemiddelde waarden voor het zomerhalfjaar (april t/m september) kan het volgende verband worden afgeleid tussen het gehalte aan chlorophyl en het doorzicht gemeten met de Secchi-schijf:

doorzicht (cm)	chlorophyl (mg/m^3)	80%-gebied (mg/m^3)
25	158	72-347
50	66	30-144
100	28	13- 60
150	17	8- 36
200	12	5- 25

- Chlorophylgehalte, zuurstofgehalte en pH. In algenrijke wateren is, als gevolg van produktie- en afbraakprocessen, sprake van een meer of minder duidelijke dag-nachtcyclus van het zuurstofgehalte en de zuurgraad. De hoogste waarden worden bereikt aan het eind van de middag en de laagste in de vroege ochtenduren.
In de praktijk vinden de routinematige bemonsteringen door de waterkwaliteitsbeheerders overdag plaats zodat geen volledig inzicht bestaat in het voorkomen van extreme waarden.
Uit de resultaten blijkt dat sterke onderverzadiging (0-50%) en sterke oververzadiging (>150%) met zuurstof slechts incidenteel wordt waargenomen.

Een duidelijke relatie tussen het zuurstofgehalte en het chlorophylgehalte kan uit de gegevens niet worden afgeleid.
Tussen het chlorophylgehalte en de pH, beide gemiddeld voor het zomerhalfjaar bestaat een zeker verband; de spreiding is echter aanzienlijk.

- Chlorophylgehalte en nutriënten.

De absolute bovengrens van de algenbiomassa in het water wordt bepaald door de beschikbare hoeveelheid nutriënten en/of de beschikbare hoeveelheid lichtenergie. De plafondwaarde gesteld door de nutriënten stikstof en fosfaat kan worden benaderd met behulp van een korrelatie diagram waarin voor een groot aantal verschillende wateren de gehalten aan totaal-N resp. totaal-P zijn uitgezet tegen de gehalten aan chlorophyl, beide gemiddelde voor het zomerhalfjaar. De puntenmassa blijkt in beide gevallen aan de bovenzijde redelijk goed door een rechte lijn te kunnen worden begrensd.
Uit beide lijnen is het volgende verband afgeleid:

chlorophyl (mg/m^3)	totaal-P (mg/l)	totaal-N (mg/l)
25	0,05	1,3
50	0,09	1,6
100	0,15	2,2
200	0,28	3,3

Voorts kan uit de ligging van de lijnen worden gekonkludeerd dat gemiddeld een relatief grote hoeveelheid stikstof (ca. 1 mg/l) niet voor algen beschikbaar is en dat de relatieve behoefte van algen aan stikstof en fosfor ca. 8,7 : 1 bedraagt.
De maximale chlorophylgehalten die zijn waargenomen bedragen in het algemeen niet meer dan ca. 1,5 x de bovengrens van het gemiddelde chlorophylgehalte.

- Algensoorten.

In zeer voedselrijke wateren treedt in het algemeen een dominantie op van blauwalgen, een groep algen die om verschillende redenen minder gewenst is. Genoemd kunnen worden de slechte inpasbaarheid in

de voedselketen, het vermogen van bepaalde soorten tot opdrijven aan het wateroppervlak en de beïnvloeding van reuk en smaak van het water.
Uit de ingezamelde gegevens blijkt dat in de meeste onderzochte wateren de blauwalgen domineren. (vnl. Oscillatoria, Microcystis en Aphanizomenon).

- Eenvoudig algenbiomassa-model.
Zoals in het bovenstaande al is aangegeven wordt de absolute bovengrens van de algenbiomassa in het water bepaald door de beschikbare hoeveelheid nutriënten en/of de beschikbare hoeveelheid lichtenergie. De werkelijk optredende biomassa kan op een lager niveau liggen als gevolg van bijvoorbeeld een sterke graasaktiviteit van zoöplankton of een sterke uitspoeling van algen in wateren met een zeer korte hydraulische verblijftijd.
Wanneer de bovengrenzen van het chlorophylgehalte behorende bij de beschikbare hoeveelheid stikstof, fosfor en "licht" bekend zijn, kan een indruk worden verkregen van het relatieve belang van deze milieufaktoren voor de optredende algenbiomassa. Naar verwachting zal in vele wateren tenminste een van deze faktoren in hoge mate bepalend zijn voor de biomassa in het groeiseizoen.
De bovengrenzen van het chlorophylgehalte behorend bij de beschikbare hoeveelheid stikstof en fosfaat zijn in het bovenstaande al aangegeven. Voor bepaling van de maximale biomassa in afhankelijkheid van de lichtvoorziening is gebruik gemaakt van de theoretische modellen van Vollenweider en Steel (zie Verhagen 1978). De lichtvoorziening kan in deze modellen worden gekarakteriseerd door de verhouding waterdiepte/doorzicht zonder algen. De term "doorzicht zonder algen" heeft betrekking op het doorzicht van het water bij afwezigheid van algen en is dus in de praktijk in het algemeen niet meetbaar. Een schatting van het "doorzicht zonder algen" is verkregen op basis van het gemeten doorzicht en het gemeten chlorophylgehalte. De genoemde modellen houden een lineair verband in tussen het chlorophylgehalte per m^2 wateroppervlak en de verhouding waterdiepte/doorzicht zonder algen. De ligging van deze lijn kan op vergelijkbare wijze als voor stikstof en fosfor worden afgeleid uit een korrelatiediagram.

Als konklusie kan worden gesteld dat afgezien van de zgn. diepe plassen in een vrij groot aantal gevallen het chlorophylgehalte gemiddeld in het zomerhalfjaar in redelijke mate kan worden verklaard uit de gemiddelde waarden voor totaal-N, totaal-P en de verhouding waterdiepte/doorzicht zonder algen. De lichtvoorziening als beperkende faktor speelt, zoals te verwachten is, een belangrijke rol in zeer algenrijke ondiepe wateren en in minder algenrijke maar meerdere meters diepe wateren. Een meer of minder duidelijke fosfaatlimitatie treedt in de huidige situatie in een relatief beperkt aantal wateren op.
Het zgn. kritische fosfaatgehalte, dat is het gehalte waar beneden fosfaatlimitatie voor algengroei kan optreden, is afhankelijk van de verhouding waterdiepte/doorzicht zonder algen. Met behulp van het gepresenteerde model kan het kritische fosfaatgehalte worden berekend voor verschillende waarden van waterdiepte (H) en doorzicht zonder algen (S_o).
Onderstaande tabel geeft hiervan een overzicht.

Berekening kritisch fosfaatgehalte (mg/l)
in afhankelijkheid van H en S_o.

S_o (m)	0,5	1,0	2,0
H (m)			
0,5	1,28	1,33	1,36
1,0	0,60	0,65	0,68
1,5	0,37	0,42	0,45
2,0	0,26	0,31	0,34
3,0	0,14	0,20	0,22
4,0	0,09	0,14	0,16
5,0	0,05	0,10	0,13

Zo zal bijvoorbeeld in het ondiepe Veluwemeer reeds vanaf ca. 0,40 mg/l, en in het meerdere meters diepe IJsselmeer pas vanaf ca. 0,16 mg/l een heersende lichtlimitatie plaats kunnen maken voor fosfaatlimitatie voor algengroei.

1. INLEIDING.

In de loop van 1975 is onder auspiciën van werkgroep VI van de CUWVO door het RIZA een eerste eutrofiëringsenquête ingesteld onder alle waterkwaliteitsbeheerders in Nederland. Deze enquête droeg een oriënterend karakter en had in de eerste plaats tot doel om aard en omvang van het eutrofiëringsprobleem vast te stellen. In 1976 zijn de resultaten gepubliceerd (ref.1).

Het onderhavige rapport betreft een tweede enquête die in 1977 is ingesteld onder een tiental beheerders van belangrijke min of meer stagnante en daarom eutrofiëringsgevoelige wateren. Doel van deze tweede enquête is het verkrijgen van een meer kwantitatief beeld van de relaties tussen diverse milieufaktoren zoals nutriëntenbelasting, nutriëntenkonsentratie en waterdiepte enerzijds en de omvang van de algenbiomassa en verschijnselen die hiermee samenhangen anderzijds. Op basis van deze gegevens is het wellicht mogelijk inzicht te verkrijgen in de belangrijkste bepalende faktoren voor de algenbiomassa en grenswaarden af te leiden voor bijvoorbeeld toelaatbare waarden voor nutriëntenbelasting en nutriëntenkonsentratie.

Oorspronkelijk was het de bedoeling om ook aandacht te besteden aan de stand van zaken en de plannen met betrekking tot de defosfatering op zuiveringsinstallaties. In verband met de ontwikkelingen op dit gebied wordt het zinvoller geacht hiervoor te verwijzen naar een aktueel overzicht in het dit jaar verschijnende IMP 1980-1984 (ref.2). In dit rapport zal, ondanks de informatie die hieromtrent getracht is in te winnen, evenmin worden ingegaan op de verschillen in methodiek voor de chlorophylbepaling. In het kader van het Nederlands Normalisatie Instituut wordt door de werkgroep Chlorophyl en/of Biomassa aan deze problematiek gewerkt. Tot een gestandaardiseerde en door alle betrokkenen geaccepteerde methode is het tot dusverre niet gekomen.

Vooruitlopend op de definitieve rapportage van deze tweede eutrofiëringsenquête is ten behoeve van voordrachten (ref. 3.4) reeds een aantal malen gebruik gemaakt van de voorlopige resultaten.

Het opstellen van de enquête en de rapportage is verzorgd door ir. S.H. Hosper en de gegevensverwerking is uitgevoerd door ing. J.R. Eulen en S.J. Kloosterhuis.
Het uitgebreide gegevensbestand is te danken aan de bereidwillige medewerking van de regionale waterbeheerders.

2. UITVOERING ENQUETE

2.1. Deelnemende instanties

De tweede eutrofieringsenquête beperkte zich tot de belangrijke meren- en plassengebieden van het land.
De volgende instanties zijn benaderd:

- Provinciale Waterstaat van Groningen
- Provinciale Waterstaat van Friesland
- Zuiveringsschap West-Overijssel
- Hoogheemraadschap van de Uitwaterende sluizen in Kennemerland en West-Friesland
- Hoogheemraadschap van Rijnland
- Provinciale Waterstaat van Utrecht
- Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland
- Gemeentelijk Centraal Milieulaboratorium Amsterdam (GCML)
- Rijkswaterstaat - Deltadienst
- Rijkswaterstaat - RIZA.

Via P.W. Friesland kon gebruik worden gemaakt van de onderzoeksgegevens van het Limnologisch Instituut (vestiging Oosterzee) betreffende het Tjeukemeer. Het Hoogheemraadschap van Rijnland verricht behalve in het eigen beheersgebied ook waterkwaliteitsonderzoek in de waterschappen Hoeksche Waard, de Nederwaard, de Vijfheerenlanden, IJsselmonde en de Brielse Dijkkring, zodat ook hierover gerapporteerd kon worden. Het Gemeentelijk Centraal Milieulaboratorium Amsterdam voert onderzoek uit in het gebied van Waterland beheerd door "Uitwaterende Sluizen" en in de Sloterplas en het Nieuwe Meer beheerd door "Rijnland". Het RIZA heeft gegevens toegeleverd over de wateren in het IJsselmeergebied die door deze dienst worden onderzocht in samenwerking met Direktie Zuiderzeewerken van Rijkswaterstaat.

2.2. Opzet van de enquête

Voor zoveel mogelijk min of meer stagnante wateren in de gebieden die worden onderzocht door de bovengenoemde instanties, is getracht gegevens in te winnen met betrekking tot enerzijds de milieufaktoren die van belang kunnen zijn voor de omvang van de algenbiomassa en anderzijds de algenbiomassa zelf en de verschijnselen die daarmee samenhangen.

Tabel 1 geeft een overzicht van de onderwerpen waarop de enquête zich richtte. Met betrekking tot de waterkwaliteitsgegevens en de water- en stoffen huishouding richtte de aandacht zich op zo recent mogelijke perioden (winterhalfjaar 76/77 en zomerhalfjaar 77).

Tabel 1.

Onderwerpen in eutrofiëringsenquête
z.h. is zomerhalfjaar (april t/m september)
w.h. is winterhalfjaar (oktober t/m maart)

gesteldheid bovenste bodemlaag	- klei, zand zavel, veen, gemengd, modder
morfometrie van de bekkens	- gemiddelde diepte, maximum diepte, gemiddeld oppervlak en volume
waterhuishouding	- polder- of boezemwater - verblijftijd in z.h. en w.h.
stikstof- en fosforhuishouding	- toevoer en afvoer van stikstof en fosfor in z.h. en w.h.
stikstof- en fosforgehalten	- ortho-P, ammonium-N totaal-P, nitraat-N kjeldahl-N gemiddeld in z.h. en w.h.
algenbiomassa	- chlorophylgehalte gemiddelde in z.h. en w.h. en maximum
algensoortensamenstelling	- dominante soorten in z.h.
doorzicht, zuurgraad	- gemiddelden in z.h. en w.h.
zuurstofverzadigingspercentage	- verdeling van het totale aantal waarnemingen over een zestal klassen van 0-25% tot 125-150% (interval 25%)

3. RESULTATEN

3.1. Algemeen

De tien geënquêteerde instanties hebben gegevens toegeleverd over in totaal 90 verschillende wateren of delen van wateren. Hierbij is voor de waterkwaliteitsparameters het Kleine IJsselmeer opgedeeld in een noordelijk,een midden- en een zuidelijk deel en zijn min of meer op zichzelf staande delen van de Langeraarse plassen (noord, midden, zuid), de Nieuwkoopse plassen (Noordeinder, Zuideinder, Wijde van de Vliet), de Sluipwijkse plassen (Elfhoeven, Kalverbroek) en de Wielen (noord, zuid) afzonderlijk opgenomen. Een van de meren, het Nieuwe Meer is zowel door Rijnland als door het G.C.M.L. onderzocht.
De toegeleverde gegevens zijn opgenomen in bijlage 1.

Ten behoeve van het weergeven van de resultaten in korrelatiediagrammen zijn de wateren ingedeeld in een 8-tal groepen die ieder met een eigen symbool worden aangegeven. De indeling is afgezien van de groep "diepe putten" gebaseerd op geografische ligging.

Tabel 2

gebied	symbool
Groningen	▽
Friesland, West-Overijssel	△
IJsselmeergebied	+
Uitwaterende Sluizen, GCML	○
Amstel- en Gooiland, Utrecht	◇
Rijnland en rest Z.H.	×
Deltagebied	□
Diepe putten (> 6 m)	✳

In dit hoofdstuk worden een aantal malen resultaten gegeven van regressie-analyse. Een volledig overzicht van de resultaten van de uitgevoerde regressieberekeningen is opgenomen in bijlage 2.

3.2. Bodemgesteldheid en morfometrie

De gesteldheid van de bovenste bodemlaag van de wateren uit het gegevensbestand loopt sterk uiteen. Vrij homogene bodems komen voor, bestaande uit vnl. klei, zavel, zand of veen, maar in diverse wateren komen deze bodemtypen ook naast elkaar voor.
In oppervlakte variëren de wateren van 18.000 m^2 voor de Put in de Nederwaard tot 1180.10^6 m^2 voor het Kleine IJsselmeer. De oppervlakteverdeling kan als volgt worden aangegeven:

oppervlakte in 10^6 m^2	$\leq$ 0,50	0,51-5,0	5,1-50	$\geq$ 50
aantal wateren:	17	40	18	3

De gemiddelde diepte van de wateren varieert van ruim 0,50 m voor enkele Friese meren tot 30 m voor een aantal voor zandwinning uitgediepte plassen.
De diepteverdeling is als volgt:

diepte in m	$\leq$ 1,5	1,6-3,0	3,1-5,9	$\geq$ 6,0
aantal wateren	35	12	13	13

De opgegeven gemiddelde diepten zijn in het algemeen waarschijnlijk schattingen op basis van een beperkt aantal peilingen en daarom betrekkelijk onnauwkeurig.

3.3. Water- en nutriëntenhuishouding.

In de enquête werden gegevens gevraagd van de toevoer en afvoer van water en nutriënten (totaal-N, totaal-P) van de verschillende waterbekkens voor zomerhalfjaar en winterhalfjaar.

Deze transporten zijn slechts voor een beperkt aantal wateren redelijk goed bekend.
In het onderstaande zal de aandacht zich beperken tot de water- en fosfaathuishouding waarbij geen onderscheid meer wordt gemaakt tussen zomerhalfjaar en winterhalfjaar, in verband met de grote onnauwkeurigheid van de meeste vastgestelde transporten.
Doel van de beschouwing is te komen tot nader inzicht in het verband tussen belasting en konsentratie om zo mogelijk grenswaarden voor de toelaatbare fosfaatgehalten te kunnen vertalen in grenswaarden voor de toelaatbare fosfaatbelasting.
Voorafgaande aan de verwerking van het cijfermateriaal wordt ingegaan op de, in dit verband van belang zijnde empirische fosfaatmodellen zoals ontwikkeld door Vollenweider e.a. (ref. 5,6).

3.3.1. Vollenweider-benadering.

In de stationnaire situatie geldt voor een waterbekken dat de fosfaattoevoer gelijk is aan de fosfaatafvoer. Afvoer van fosfaat vindt plaats door uitstroming en door sedimentatie. Voor een meer dat ideaal gemengd is en waar het instromend debiet gelijk is aan het uitstromend gebied geldt:

$$J = Q.P_m + S \qquad (1)$$

J = fosfaattoevoer (grammen P per jaar)
Q = in- en uitstromend debiet (m^3 per jaar)
P_m = totaal-P-gehalte in het meer (grammen P per m^3)
S = sedimentatie (grammen P per jaar)

S kan worden geschreven als R.J. waarbij R is de retentie-coëfficiënt, de fraktie van de fosfaattoevoer welke naar de bodem verdwijnt:

$$J = Q.P_m + R.J \qquad (2)$$

Door het uitdrukken van deze transporten per eenheid van meeroppervlak ontstaat:

$$P_m = \frac{L\ (1-R)}{q} \qquad (3)$$

waarbij $L = \frac{J}{A}$ en $q = \frac{Q}{A}$

A : meeroppervlak (m^2)
L : fosfaatbelasting (grammen P per m^2 per jaar)
q : hydraulische-belasting (m^3 per m^2 wateroppervlak per jaar)

Omdat $\frac{L}{q} = \frac{J}{Q} = P_i$, de gemiddelde fosfaatkonsentratie in het instromende water, kan vlg. (3) als volgt worden geschreven:

$$P_m = P_i\ (1-R) \qquad (4)$$

Essentieel is nu de vraag door welke faktoren de retentiecoëfficiënt R wordt bepaald.
De verdwijning van fosfaat uit de waterfase kan plaatsvinden door direkte sedimentatie van aangevoerd gesuspendeerd fosfaat of door reaktie van opgelost fosfaat (opname door algen, adsorptie aan zwevend slib e.d.) gevolgd door sedimentatie.
Behalve door de externe toevoer kan fosfaat ook aan de waterfase worden toegevoegd door het vrijkomen uit het bodemslib. De retentiecoëfficiënt R, hoewel gedefinieerd als fraktie van de toevoer die bezinkt, kan in bepaalde situaties sterk worden beïnvloed door de "release" van P uit het sediment en in bepaalde perioden dus zelfs negatief worden.

Bij vergelijking van de waarden voor R van een groot aantal meren blijkt dat er een zeker verband bestaat met de waterverversing. Vollenweider (1979) en Larsen en Mercier (1978) hebben langs statistische weg een relatie afgeleid tussen R en de hydraulische verblijftijd T_w zodat vgl. (4) als volgt kan worden geschreven:

$$P_m = P_i \cdot \frac{1}{1 + \sqrt{T_w}} \qquad (5)$$

Een soortgelijke benadering toegepast door Clasen (1979) voor meren deeluitmakend van het projekt Shallow lakes and reservoirs (SLR) uitgevoerd onder auspiciën van de OECD, leidde tot een enigzins afwijkende formule (ref. 7).

$$P_m = P_i \cdot \frac{1}{1 + 2\sqrt{T_w}} \qquad (6)$$

In deze formules is de retentiecoëfficiënt, die het resultaat is van tal van sedimentatie- en afgifteprocessen teruggebracht tot een funktie van uitsluitend de verblijftijd.
Dit houdt enerzijds in dat de verschillen in fosfaatretentie tussen meren voornamelijk zouden worden bepaald door verschillen in verblijftijd en anderzijds dat voor individuele meren zou gelden dat de verhouding tussen het fosfaatgehalte van het instromende water en het fosfaatgehalte van het meer (P_i/P_m) een konstante is bij gelijkblijvende waterverversing.
De bestaande verhouding tussen P_i en P_m zou dus ook gelden voor de situatie in de toekomst met verlaagde fosfaatbelasting.
De toelaatbare fosfaatbelasting voor een waterbekken kan in dat geval eenvoudig worden afgeleid uit kennis van de aktuele fosfaatbelasting en de toelaatbare en aktuele fosfaatkonsentratie. In formulevorm:

$$L_{toelaatbaar} = \frac{P_m\text{-grenswaarde}}{P_m\text{-aktueel}} * L_{aktueel} \qquad (7)$$

Voor relatief diepe meren blijken deze eenvoudige modellen redelijk te voldoen met name voor wat betreft het verklaren van de verschillen in fosfaathuishouding tussen meren onderling (ref.8). Over de waarde van de modellen voor individuele meren bij verlaging van de fosfaatbelasting valt nog weinig te zeggen omdat maar weinig relevante gegevens voorhanden zijn.

Met betrekking tot de Nederlandse zeer ondiepe wateren kan wegens de intensieve uitwisseling van fosfaat tussen water en bodem worden verwacht dat de Vollenweider-benadering veel te grof is.
De fosfaathuishouding van dergelijke ondiepe meren laat zich waarschijnlijk slechts in beperkte mate verklaren door de hydraulische verblijftijd. Naar verwachting zal de fraktie van de fosfaattoevoer die in het meer achterblijft ook in meer of mindere mate worden beïnvloed door een verandering in de externe fosfaatbelasting (ref. 9,10) zodat extrapolatie naar situaties met verlaagde fosfaatbelasting niet mogelijk is.
In de volgende paragraaf zal de relatie tussen de fosfaatretentie en de waterhuishouding voor de Nederlandse situatie nader worden beschouwd.

3.3.2. Verwerking Nederlandse gegevens.

De enquête leverde voor een 15-tal wateren voldoende gegevens op van de water- en fosfaathuishouding. In tabel 3 zijn een groot aantal karakteristieke grootheden die in dit verband van belang zijn, samengebracht. Het Slotermeer kon door een latere toelevering van gegevens nog aan het overzicht worden toegevoegd. Het doorvoerdebiet Q en de hydraulische-belasting q zijn berekend uit de opgegeven hydraulische verblijftijd T_w en de gegevens van de inhoud van de bekkens. T_w heeft betrekking op het oppervlakkig uitstromend debiet. Er is behalve voor de randmeren geen rekening gehouden met uitstromend watertransport door de bodem (wegzijging). Van de randmeren is bekend dat wegzijging een belangrijke rol speelt in de waterhuishouding. Voor berekening van de verblijftijd is hier uitgegaan van het instromend debiet (incl. neerslag en kwel) verminderd met de verdamping.

Tabel 3. Aantal karakteristieke grootheden voor de water- en nutriëntenhuishouding.

	Q $10^6 m^3/j$	T_w j	q m/j	r j^{-1}	J_{in} $10^6 g$	J_{uit} $10^6 g$	R -	L $g.m.^{-2}j^-$	P_i $g.m^{-3}$	P_m $g.m^{-3}$
1. Schildmeer	48.5	0.13	5.3	7.7	5.95	5.70	0.04	1.7	0.12	0.13
2. Zuidlaardermeer	81.2	0.08	12.5	12.5	30.2	19.4	0.36	4.6	0.37	0.27
3. Sloterplas	0.32	57	0.36	0.018	1.70	0.97	0.43	1.9	5.31	1.19
4. Kagerplassen	141.7	0.12	30.8	8.33	125	90	0.28	27.2	0.88	0.59
5. Braassemermeer	133.0	0.10	29.6	10.0	95	78	0.18	21.1	0.71	0.54
6. Mooie Nel-Sp.	147.5	0.04	98.3	25	508	38.0	0.25	338.7	3.44	1.92
7. Westeinderpl.	7.11	3.5	0.76	0.29	8	5	0.38	0.86	1.13	0.33
8. Langeraarsepl.	0.65	5.7	0.36	0.18	2.5	0.7	0.72	1.39	3.85	0.66
9. Nieuwkoopsepl.	2.73	6.0	0.25	0.17	8	2.3	0.71	0.73	2.93	0.28
10. Rotteboezem	0.13	16	0.08	0.06	51	37	0.27	30.0	392	0.57
11. Waalboezem	3.82	0.77	5.1	1.30	3.72	1.58	0.58	5.0	0.97	0.45
12. Kleine IJsselmeer	13000	0.4	11.0	2.5	8.200	3400	0.59	6.9	0.63	0.26
13. Wolderwijd-N.	39.0	1.03	1.46	0.97	21	4.4	0.79	0.79	0.54	0.24
14. Veluwemeer-D.	150	0.34	3.49	2.91	160	40	0.75	3.7	1.07	0.34
15. Ketelmeer	9900	0.01	330	100	7700	5700	0.26	257	0.78	0.58
16. Slotermeer	54	0.26	4.86	3.85	15.9	9.1	0.43	1.43	0.29	0.19

Q debiet, oppervlakkig uitstromend. Nrs. 13 en 14 instromend debiet minus verdamping

T_w verblijftijd

q hydraulische-belasting (= debiet/meeroppervlak)

r waterverversingscoëfficiënt (= $1/T_w$)

J_{in} P-toevoer

J_{uit} P-afvoer

R retentiecoëfficiënt (= $J_{in}-J_{uit})/J_{in}$)

L P-belasting per m^2 wateroppervlak

P_i P-gehalte in toevoer (=J_{in} Q)

P_m P-gehalte in meer, gemeten

De nauwkeurigheid van de toegeleverde gegevens kan enigszins worden beoordeeld op grond van een vergelijking tussen het gemeten jaargemiddelde fosfaatgehalte en het berekende fosfaatgehalte in het uitstromende water (J_{uit}/Q). Voor redelijk goed gemengde meren zullen beide waarden ongeveer gelijk aan elkaar moeten zijn.
Uit tabel 4 blijkt dat er een aantal duidelijke discrepanties zijn: Westeinderplassen, Langeraarseplassen, Nieuwkoopseplassen, Wolderwijd-Nuldernauw en vooral Rotteboezem.
De afwijkingen zullen in het algemeen samenhangen met de ingewikkelde hydrologische situatie.
Uit een en ander blijkt dat de belangrijke retentiecoëfficiënt R veelal niet nauwkeurig is vast te stellen. Een nadere analyse van de faktoren die van invloed zijn op R op basis van het ter beschikking staande cijfermateriaal heeft daarom alleen een indikatieve betekenis.

In de figuren 1 en 2 is de retentiecoëfficiënt R uitgezet tegen twee grootheden voor beschrijving van de waterhuishouding: r, de waterverversingscoëfficiënt en q, de hydraulische belasting. Onder uitsluiting van twee sterk afwijkende meren (nrs. 1 en 10) blijkt een signifikante korrelatie te bestaan met log r en log q. Het verband met de hydraulische belasting q blijkt het duidelijkst en levert de volgende vergelijking:

$$R = - 0{,}148 \log q + 0{,}586 \qquad (8)$$

korrelatiecoëfficiënt $r = - 0{,}676$

De restspreiding* in R is echter aanzienlijk en bedraagt voor een 90%-betrouwbaarheidsgebied $\pm$ 0,281.

* $\text{restspreiding} = + t * \sqrt{(\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/n * (1-r^2)/n-2}$

r = korrelatie-coëfficiënt

y = log q

n = 14

t = 1,76 voor 90%-betrouwbaarheid

Nu de retentiecoëfficiënt langs statistische weg is uitgedrukt als funktie van de hydraulische belasting is het mogelijk om het fosfaatgehalte in het meer te berekenen met behulp van vergelijking (4):

$$P_m = P_i\ (1-R)$$

Door substitutie van de hiervoor aangegeven regressievergelijking ontstaat:

$$P_m = P_i\ (0{,}148 \log q + 0{,}414) \qquad (9)$$

Tabel 4.

Vergelijking van het jaargemiddelde gemeten fosfaatgehalte in het meer (P_m) en het berekende fosfaatgehalte in de afvoer uit het meer op basis van de fosfaatafvoer en de waterafvoer (J_{uit}/Q_{uit}).

	P_m (mg/l)	$P_{uit} = \frac{J_{uit}}{Q_{uit}}$ (mg/l)
1. Schildmeer	0.13	0.12
2. Zuidlaardermeer	0.27	0.24
3. Sloterplas	1.19	3.03
4. Kagerplassen	0.59	0.64
5. Braassemermeer	0.54	0.59
6. Mooie-Nel	1.92	2.58
7. Westeinderpl.	0.33	0.70
8. Langeraarsepl.	0.66	1.08
9. Nieuwkoopsepl.	0.28	0.84
10. Rotte boezem	0.57	284.6
11. Waalboezem	0.45	0.41
12. Kleine IJsselmeer	0.26	0.26
13. Wolderwijd-N	0.24	0.11
14. Veluwemeer-D.	0.34	0.27
15. Ketelmeer	0.58	0.58
16. Slotermeer	0.19	0.17

n.b. nrs. 13 en 14: $P_{uit} = \frac{J_{uit}}{Q_{in-}V}$

In tabel 5 en figuur 3 is een vergelijking gemaakt tussen de gemeten gehalten en de aldus berekende gehalten, alsmede de berekende gehalten volgens Vollenweider en Clasen (ref 5,7). Gekonkludeerd kan worden dat de nauwkeurigheid van de drie modellen elkaar niet veel ontloopt en dat de toegepaste verwerking van beschikbare Nederlandse gegevens niet leidt tot een verbetering van reeds bestaande modellen.

Tabel 5. Vergelijking tussen berekende en gemeten (P_m) fosfaatgehalten in de meren.

	P_m	Vollenweider(1979) $P_i \cdot \frac{1}{1+\sqrt{T_w}}$	OECD(1979) $P_i \cdot \frac{1}{1+2\sqrt{T_w}}$	CUWVO-enquête $P_i \cdot (0.148 \log q + 0,414)$
1. Schildmeer	0.13	-	-	-
2. Zuidlaardermeer	0.27	0.29	0.24	0.21
3. Sloterplas	1.19	0.62	0.33	1.85
4. Kaperplassen	0.59	0.65	0.52	0.56
5. Braassemermeer	0.54	0.54	0.43	0.45
6. Mooie Nel-S	1.92	2.87	2.46	2.44
7. Westeinderpl.	0.33	0.39	0.24	0.45
8. Langeraarsepl.	0.66	1.14	0.67	1.34
9. Nieuwkoopsepl.	0.28	0.85	0.50	0.95
10. Rotteboezem	0.57	-	-	-
11. Waalboezem	0.45	0.52	0.35	0.50
12. Kleine IJselmeer	0.26	0.39	0.28	0.36
13. Wolderwijd-N	0.24	0.27	0.18	0.24
14. Veluwemeer-D	0.34	0.68	0.49	0.53
15. Ketelmeer	0.58	0.71	0.65	0.61
16. Slotermeer	0.19	0.19	0.14	0.15

3.3.3. Toelaatbare fosfaatbelasting.

Het verband tussen de fosfaatbelasting en het fosfaatgehalte in het meer wordt bepaald door de hydraulische belasting q en de retentiecoëfficiënt R volgens de eerder gepresenteerde vergelijking (3):

$$P_m = L \frac{(1-R)}{q} \text{ of } L = P_m \cdot \frac{q}{1-R}$$

Tussen meren onderling varieert R in de praktijk van 0,1 - 0,8 en q ongeveer van 0,5 tot enkele honderden meters per jaar zodat de invloed van q veel belangrijker is dan de invloed van R op de toelaatbare belasting.

In het voorgaande is aangetoond dat er een zeker verband bestaat tussen de retentiecoëfficiënt R en de hydraulische belasting q. Omdat $q = \bar{z}/T_w$ (gemiddelde diepte gedeeld door verblijftijd) is het nu mogelijk om bij een aangenomen waarde voor P_m de toelaatbare belasting te berekenen voor verschillende waarden van de gemiddelde waterdiepte ($\bar{z}$) en de hydraulische verblijftijd (T_w). In tabel 6 is de toelaatbare fosfaatbelasting aangegeven voor de handhaving van een gemiddeld fosfaatgehalte van 0,10 mg/l (totaal-P) bij diepten van 1, 2 en 5 m. en verblijftijden van 0,01- 10 j. De berekeningen zijn uitgevoerd met zowel het model van Vollenweider als met het voor de Nederlandse wateren ontwikkelde verband. Het verschil tussen beide benaderingen is gezien de nauwkeurigheid te verwaarlozen.

De foutenmarge in de toelaatbare belasting is aanzienlijk als gevolg van de betrekkelijk zwakke korrelatie van de retentiecoëfficiënt R en de hydraulische belasting q. De invloed van diepte en verblijftijd op de toelaatbare fosfaatbelasting komt niettemin duidelijk tot uitdrukking.

Uit de tabel blijkt onder meer dat voor in Nederland veel voorkomende wateren (gem. diepte 1-2 m, verblijftijd één tot enkele maanden) voor handhaving van een fosfaatgehalte van ca. 0,10 mg/l een fosfaatbelasting toelaatbaar is in de orde van 1 g P/m^2.jaar. Bij deze modellen is er van uitgegaan dat de retentiecoëfficiënt alleen wordt bepaald door de waterverversing.

Tabel 6.

Toelaatbare fosfaatbelasting bij een toelaatbaar fosfaatgehalte in het meer van 0,10 mg P/l berekend volgens Vollenweider (1979) en volgens de relatie gevonden voor Nederlandse wateren.

L = fosfaatbelasting ($g.m^{-2}.j^{-1}$)
$\bar{z}$ = gem. diepte (m)
T_w = hydraulische verblijftijd (j)

	Vollenweider:			Nederlandse wateren:		
T_w	z=1	z=2	z=5	z=1	z=2	z=5
	L.	L.	L.	L.	L.	L.
0,01	11.0	22.0	55.0	14.1 (±5.5)	26.5 (±9.9)	61.5 (±21.2)
0,05	2.1	4.2	10.5	3.30(±1.5)	6.14(±2.7)	14.1 (± 5.6)
0,1	1.1	2.2	5.5	1.78(±0.9)	3.30(±1.5)	7.51(± 3.2)
0,3	0.4	0.8	2.0	0.68(±0.4)	1.24(±0.7)	2.80(± 1.3)
0,6	0.3	0.6	1.5	0.37(±0.2)	0.68(±0.4)	1.51(± 0.8)
1	0.2	0.4	1.0	0.24(±0.2)	0.44(±0.3)	0.97(± 0.5)
2	0.15	0.3	0.75	0.14(±0.1)	0.24(±0.2)	0.53(± 0.3)
3	0.13	0.26	0.65	0.10(±0.1)	0.17(±0.1)	0.37(± 0.2)
4	0.13	0.25	0.63	0.08(±0.1)	0.14(±0.1)	0.29(± 0.2)
5	0.12	0.24	0.60	0.06(±0.1)	0.11(±0.1)	0.24(± 0.2)
6	0.12	0.23	0.58	0.06(±0.1)	0.10(±0.1)	0.21(± 0.2)
8	0.11	0.23	0.56	0.04(±0.01)	0.08(±0.1)	0.16(± 0.1)
10	0.11	0.22	0.55	0.04(±0.01)	0.06(±0.1)	0.14(± 0.1)

Opm. De foutenmarge in L is berekend uit de restspreiding in de retentiecoëfficiënt R als funktie van de hydraulische belasting (log q).

$$\text{restspreiding} = t * \sqrt{(\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/n) * (1-r^2)/n-2)}$$

$n = 14$, $t = 1,76$

Zoals al eerder opgemerkt in 3.3.1. is dit een zeer globale benadering die eigenlijk alleen geschikt is om de verschillen in fosfaathuishouding tussen meren onderling (met uiteenlopende verblijftijden) enigszins te verklaren. Voor individuele meren waarvan de fosfaatbelasting zal worden aangepakt kan er niet van worden uitgegaan dat het fosfaatgehalte in het meer evenredig met de belasting zal afnemen zoals in deze modellen is aangenomen. Vooral in ondiepe wateren met een intensieve uitwisseling tussen water en bodem is het waarschijnlijk dat de retentie van fosfaat onder invloed van een dalende belasting zal veranderen.
Voor bijvoorbeeld de randmeren waarvan bekend is dat onder de huidige omstandigheden in de zomermaanden grote hoeveelheden fosfaat vrijkomen uit het bodemslib wordt verwacht dat onder invloed van een gereduceerde belasting deze nalevering zal afnemen en derhalve de faktor R groter zal worden (ref.4,11).
Een relatief kleine vermindering van de belasting kan in deze meren leiden tot een relatief grote afname van het gehalte. In bepaalde gevallen kan zich echter ook het tegenovergestelde voordoen. Een voortdurende afgifte van fosfaat door het bodemslib in het zomerhalfjaar kan er de oorzaak van zijn dat terugdringen van de belasting niet op korte termijn leidt tot verbetering van de situatie.
De problematiek van de fosfaatuitwisseling tussen water en bodem blijft een belangrijk punt van studie. Het opstellen van water- en stofbalansen voor waterhuishoudkundige eenheden of delen daarvan blijft voor de waterkwaliteitbeheerder van belang om inzicht te verkrijgen in de herkomst van de belasting en om een indruk te verkrijgen van de rol van de bodem in het betreffende gebied.
Voor diepgaande bestudering van de bodemproblematiek is het onder meer van belang om in een beperkt aantal representatieve gebieden gedetailleerde balansstudies uit te voeren waarbij balansen worden opgesteld over relatief korte perioden (bijvoorbeeld een maand).

3.4. Chlorophyl en doorzicht

De helderheid van het water is een zeer belangrijke ecologische faktor. Vooral in de ondiepe Nederlandse plassen bepaalt de lichtdoordringing in het water de mogelijkheden voor de ontwikkeling van bodemvegetatie en hiermee samenhangende bodemfauna. Bovendien is de helderheid van groot belang voor de recreatieve funkties van het oppervlaktewater.
De helderheid of het doorzicht van het water wordt vooral bepaald door het gehalte aan zwevende stoffen en de optische eigenschappen hiervan (algen, detritus, opgewoeld bodemslib). De kleur van het water als gevolg van bepaalde opgeloste bestanddelen bijvoorbeeld humusverbindingen kan in bepaalde wateren eveneens van invloed zijn.
In het onderstaande wordt eerst ingegaan op het theoretisch verband tussen algenbiomassa en doorzicht; vervolgens zullen op basis van de enquêteresultaten kwantitatieve relaties worden afgeleid.
De afname van de lichtintensiteit I met de waterdiepte z verloopt volgens een eerste orde differentiaalvergelijking waarin k is de extinktie- of lichtuitdovingscoëfficiënt.

$$\frac{d\,I}{d\,z} = -k.I \qquad (1)$$

Integratie van deze differentiaalvergelijking levert

$$I_z = I_o.e^{-k.z} \qquad (2)$$

waarin I_z is de lichtintensiteit op diepte z en I_o de lichtintensiteit juist onder het wateroppervlak.
Voor de lichtintensiteit op de doorzichtdiepte S geldt:

$$I_s = I_o.e^{-k.S} \qquad (3)$$

I_s bedraagt volgens Verhagen (ref. 12) ongeveer 15% van I_o zodat vgl. (3) als volgt kan worden geschreven:

$$k = \frac{1,9}{S} \qquad (4)$$

De extinktiecoëfficiënt k kan opgebouwd worden gedacht uit een extinktie (lichtuitdoving) als gevolg van de aanwezigheid van algen, k_a, en een extinktie als gevolg van overige lichtabsorberende bestanddelen k_0 (achtergrondextinktie):

$$k = k_a + k_0 \qquad (5)$$

De coëfficiënt k_a is rechtevenredig met de hoeveelheid algen:

$$k_a = e.F \qquad (6)$$

waarin F is de algenbiomassa die kan worden uitgedrukt in mg chlorophyl/m^3 en e de specifieke extinktiecoëfficiënt.
Verhagen (ref 12) geeft een gemiddelde waarde voor de specifieke extinktiecoëfficiënt van algenmateriaal van 0,016 m^2/mg chlof.
Kombinatie van vgl. (5) en (6) leidt tot:

$$\frac{1,9}{S} = \frac{1,9}{S_o} + 0.016\ F \qquad (7)$$

S_o is het doorzicht bij afwezigheid van algen. Met behulp van vgl.(7) is het mogelijk om op basis van gegevens van doorzicht en chlorophylgehalte een schatting van S_o te verkrijgen. Deze waarde is belangrijk omdat hiermee de bovengrens wordt aangegeven van de hoeveelheid licht die in het water kan doordringen ten behoeve van de algenproduktie. In hoofdstuk 4 wordt hier nader op ingegaan.
Uit vgl.(6) blijkt dat het verband tussen doorzicht S en chlorophylgehalte F kan worden beschreven door een hyperbool en tussen log S en log F door een rechte lijn. De spreiding die individuele metingen vertonen ten opzichte van dit theoretische verband is het gevolg van variatie in de verhouding I_o/I_s, de specifieke extinktiecoëfficiënt e, de achtergrondextinktie en de spreiding in de bepaling van chlorophyl en doorzicht.
Voor de Nederlandse wateren is het verband tussen het chlorophylgehalte en het doorzicht weergegeven in de figuren 5 t/m 8.

Lineaire regressie van log chlorophyl (in mg/m^3) op log doorzicht (in cm) levert het volgende resultaat:

zomerhalfjaar:
log chlorophyl = - 1,26 log doorzicht + 3,96
regressieanalyse uitgevoerd excl. nrs. 50, 51, 53, 56, 39, 40 en 47.
n = 64
r = -0,8460
restspreiding in log chlorophyl = $\pm$ 0,2637.

winterhalfjaar:
log chlorophyl = - 1,57 log doorzicht + 4,37
regressieanalyse uitgevoerd excl. nr. 74.
n = 47
r = -0,7417
restspreiding in log chlorophyl = $\pm$ 0,3738

De spreiding in het chlorophylgehalte bij een bepaald doorzicht is vooral in het winterhalfjaar vrij groot. In deze periode speelt waarschijnlijk de opwoeling van bodemslib een grotere rol.
De wateren in het IJsselmeergebied blijken vooral aan de bovenzijde van de puntenmassa te liggen. Kennelijk is de achtergrondextinktie in deze wateren relatief gering.
Uit fig. 6 kunnen de volgende grenzen worden afgeleid voor het chlorophylgehalte (tabel 7):

Tabel 7.
Verband tussen doorzicht en chlorophylgehalte (gemiddeld per zomerhalfjaar)

doorzicht (cm)	chlorophyl (mg/m^3)	80%-gebied(mg/m^3)
25	158	72 - 347
50	66	30 - 144
100	28	13 - 60
150	17	8 - 36
200	12	5 - 25

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de resultaten van de schatting voor het belangrijke gegeven "doorzicht zonder algen".

3.5. Chlorophyl, zuurstofgehalte en pH.

Door produktie, respiratie en afbraak van algen en ander plantaardig materiaal worden zuurstofgehalte en pH van het water beïnvloed. In algenrijke wateren is, afhankelijk van ondermeer waterdiepte en weersgesteldheid , sprake van een meer of minder duidelijke dag-nacht cyclus voor beide parameters. De hoogste waarden worden bereikt aan het eind van de middag en de laagste in de vroege ochtenduren. Onder omstandigheden van een hoge algenbiomassa en zeer kalm zomerweer kan het voorkomen dat het zuurstofgehalte gedurende de nacht tot voor vissen schadelijke waarden daalt. Onder dezelfde omstandigheden kan aan het eind van de dag een sterke oververzadiging van het water met zuurstof optreden welke evenzeer schadelijk kan zijn voor vissen. Voor een goed beeld van de zuurstofhuishouding in algenrijke wateren is het noodzakelijk om bij het meetprogramma rekening te houden met de dag-nacht fluktuaties. In de praktijk vinden de routinematige bemonsteringen door de waterkwaliteitsbeheerders overdag plaats zodat geen volledig inzicht bestaat in minima en maxima.
Bij de interpretatie van de enquêteresultaten dient hiermee rekening te worden gehouden.
Behalve een dagelijkse cyclus kan met name voor de pH een seizoensmatige cyclus optreden met in de zomermaanden hoge waarden als gevolg van de opname van koolzuur door algen en in de winter lage waarden als gevolg van het overheersen van afbraakprocessen waarbij koolzuur vrijkomt.
De gegevens van het zuurstofverzadigingspercentage voor een vol jaar zijn ingedeeld in een zevental klassen:

klasse	I	0 - 25%
	II	26 - 50%
	III	51 - 75%
	IV	76 -100%
	V	101 -125%
	VI	126 -150%
	VII	150%

De verdeling van het totale aantal waarnemingen per meer of merengebied over de klassen is weergegeven in bijlage 1. In vrijwel alle wateren blijkt het grootste deel van de waarnemingen te liggen in de klasse 76 - 100%, gevolgd door de klasse 101 - 125%. Sterke onderverzadiging (0-50%) en sterke oververzadiging (>150%) blijken slechts incidenteel te worden waargenomen. Zoals opgemerkt zal het tijdstip van bemonstering hier een rol spelen.
Een duidelijke relatie tussen het zuurstofgehalte en het chlorophylgehalte kan uit de gegevens niet worden afgeleid.
Het verband tussen het chlorophylgehalte en de pH, beide gemiddeld voor het zomerhalfjaar is weergegeven in fig. 9. Er is sprake van een zeker verband ($r = 0,66$); de spreiding is echter aanzienlijk.
Uit de verdeling van de diepe plassen (aangegeven met het symbool *) blijkt dat bij lage chlorophylgehalten de gemiddelde pH sterk uiteen kan lopen. De wateren in het IJsselmeergebied (+) liggen vooral aan de bovenzijde van de puntenmassa, hetgeen kan wijzen op een relatief geringe buffercapaciteit van het water.
Het verband tussen het chlorophylgehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar, en het verschil van de gemiddelde pH-waarden in zomerhalfjaar en winterhalfjaar is weergegeven in fig. 10. Hier is slechts een zwakke korrelatie zichtbaar.

3.6. Chlorophyl en nutriënten.

Het verloop van de algenbiomassa in de tijd wordt bepaald door het resultaat van enerzijds de netto-produktie van algenmateriaal (= bruto-produktie min respiratie) en anderzijds het geheel van processen dat een afname van de biomassa tot gevolg heeft zoals sterfte, graas door zoöplankton, en uitspoeling. De absolute bovengrens van de algenbiomassa wordt bepaald door de beschikbare hoeveelheid nutriënten en/of de beschikbare hoeveelheid lichtenergie in het betreffende water.
De plafondwaarde gesteld door de nutriënten fosfaat en stikstof kan worden benaderd met behulp van een korrelatiediagram waarin voor een groot aantal verschillende wateren de gehalten aan totaal-P, resp. totaal-N zijn uitgezet tegen de gehalten aan chlorophyl, beide gemiddeld voor het zomerhalfjaar (zie ref. 3,4). Een benadering voor de bovengrens van de biomassa gesteld door de beschikbare lichtenergie wordt gegeven in hoofdstuk 4.

In de figuren 11 en 12 zijn de korrelatiediagrammen weergegeven voor de situatie in het zomerhalfjaar 1977.
De puntenmassa blijkt in beide gevallen aan de bovenzijde redelijk goed door een rechte lijn te kunnen worden begrensd. De wateren waar fosfaat resp. stikstof in belangrijke mate bepalend is voor de algenbiomassa in het zomerhalfjaar zullen zich in de buurt van deze lijn konsentreren. In wateren die ver van de lijn verwijderd liggen bepalen andere faktoren dan fosfaat en/of stikstof de gemiddelde biomassa.
De langs de bovenzijde van de puntenmassa getrokken lijnen blijken niet door de oorsprong te gaan; kennelijk is gemiddeld ongeveer 1 mg N/l en 0,02 mg P/l niet beschikbaar voor opname door algen. De N:P-verhouding van deze niet opneembare frakties bedraagt ca. 50 : 1 en is veel groter dan in gemiddeld algenmateriaal. De relatieve behoefte van algen aan N en P kan worden afgeleid uit de richtingscoëfficiënten van beide lijnen en bedraagt ca. 8,7 : 1.

Deze verhouding komt goed overeen met in de literatuur gegeven waarden van ongeveer 10 : 1 die door middel van analyse van algenmateriaal zijn vastgesteld (zie bijv. ref. 13).
De nauwkeurigheid van de aldus gevonden bovengrens voor het chlorophylgehalte is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de gemiddelde gehalten aan chlorophyl, totaal-P en totaal-N. Vooral het chlorophylgehalte kan in de loop van het zomerhalfjaar grote variaties vertonen. Niettemin is gebleken dat de hier gepresenteerde lijn voor fosfaat die is vastgesteld voor de situatie in 1977 redelijk overeenkomt met de situatie in andere jaren en met gegevens uit de literatuur voor buitenlandse meren (ref. 4). Uitspraken over de relatie tussen totaal-N en de bovengrens van het chlorophylgehalte zijn waarschijnlijk minder betrouwbaar als gevolg van het feit dat een betrekkelijk grote hoeveelheid stikstof in niet voor algen beschikbare vorm aanwezig kan zijn. Bovendien kan in het geval van stikstof-denitrifikatie een rol spelen waardoor een eventueel aanwezige overmaat aan nitraat (in relatie tot de stikstofbehoefte van algen) uit het water verdwijnt en een mogelijk slechts schijnbare stikstoflimitatie voor algen ontstaat.
In onderstaande tabel zijn een aantal grenswaarden aangegeven.

Tabel 7.
Verband tussen het gehalte aan totaal-P resp. totaal-N en de bovengrens van het chlorophylgehalte (gemiddeld per zomerhalfjaar).

chlorophyl mg/m^3	totaal-P mg/l	totaal-N mg/l
25	0,05	1,3
50	0,09	1,6
100	0,15	2,2
200	0,28	3,3

De maximale chlorophylgehalten in het zomerhalfjaar kunnen beduidend hoger zijn dan de gemiddelde waarden voor deze periode.

In de figuren 13 en 14 is het maximaal gevonden gehalte uitgezet tegen het gemiddelde gehalte aan totaal-P en totaal-N. Tevens is de bovengrens van het maximale chlorophylgehalte aangegeven. In hoofdstuk 4 wordt nader op de ligging van de lijnen ingegaan. De gevonden maxima bedragen in het algemeen niet meer dan ca. 1,5 x de bovengrens van het gemiddelde chlorophylgehalte, waarbij bedacht moet worden dat de nauwkeurigheid van het gevonden maximum sterk afhangt van de bemonsteringsfrekwentie en de variatie van het chlorophylgehalte in de tijd.
Tenslotte is in figuur 15 het verband aangegeven tussen de gemiddelde gehalten aan totaal-P en totaal-N. In dit korrelatiediagram is tevens aangegeven de verhouding N:P = 9 : 1, de relatieve behoefte van algen aan beide nutriënten. Door deze lijn ten opzichte van de oorsprong met 1 mg N/l te verschuiven wordt gekorrigeerd voor de relatief grote fraktie niet opneembaar stikstof. Uit de figuur blijkt dat bij toenemende gehalten relatief meer fosfaat in het water aanwezig is. Voor totaal-P gehalten van meer dan 0,40 mg/l is de N:P-ratio vrijwel altijd kleiner dan 9 : 1 en verkeert dus het beschikbare gehalte aan stikstof relatief in het minimum. Fosfaatbeperking voor algengroei zal in het algemeen pas bij lagere gehalten een belangrijke rol kunnen spelen.

3.7. Algensoorten

Eutrofiëring heeft zowel een toename van de algen-biomassa tot gevolg als een verschuiving in de soortensamenstelling van de algen. In zeer voedselrijke wateren treedt in het algemeen een dominantie op van blauwalgen, een groep algen die om verschillende redenen minder gewenst is. Genoemd kunnen worden de slechte inpasbaarheid in de voedselketen, het vermogen van bepaalde soorten tot opdrijven aan het wateroppervlak en de beïnvloeding van reuk en smaak van het water. De gegevens over het voorkomen van diverse algensoorten in een groot aantal wateren staan vermeld in bijlage 1. Uit dit overzicht blijkt dat in de meeste van de genoemde wateren de blauwalgen domineren. De belangrijkste geslachten zijn Oscillatoria, Microcystis en Aphanizomenon. Ook in een aantal wateren met gemiddeld betrekkelijk lage chlorophylgehalten blijken toch blauwalgen de overhand te hebben.
Zoals voor alle in dit rapport gepubliceerde gegevens geldt dat slechts één bepaald zomerhalfjaar in beschouwing is genomen, nl. 1977. Van jaar tot jaar kan de soortensamenstelling soms sterk variëren. In het IJsselmeer bijvoorbeeld was in 1977 sprake van een dominantie van groenalgen (Scenedesmus) echter in de zomer van 1976 overheerste de blauwalg Oscillatoria (gegevens RIZA). Bovendien kan het voorkomen dat groenalgen in het zomerhalfjaar weliswaar als dominante groep naar voren komen maar dat gedurende korte tijd een zeer intensieve blauwalgenbloei optreedt. Anderzijds blijkt dat in bijvoorbeeld de meeste randmeren een vrijwel permanente bloei van Oscillatoria voorkomt die zelfs in de wintermaanden niet of nauwelijks doorbroken wordt.
Met de gegevens van de algensoortensamenstelling in kombinatie met gegevens van doorzicht, chlorophylgehalte en totaalfosfaatgehalte is getracht de invloed te bestuderen van de dominante algensoorten op de relatie chlorophyl - doorzicht en chlorophyl - totaal-P. Op grond van het beschikbare materiaal blijkt het echter niet mogelijk enige invloed waar te nemen.

4. EENVOUDIG ALGENBIOMASSA-MODEL

4.1. Inleiding

Het verloop van de algenbiomassa in de tijd wordt bepaald door de resultante van de netto primaire produktie, dat is de bruto produktie verminderd met de respiratie (ademhaling) en de processen die een afname van de biomassa tot gevolg hebben zoals sterfte, graas door zoöplankton en andere zgn. "filter-feeders" en uitspoeling. De biomassa bereikt een maximum indien opbouw- en afnameprocessen elkaar in evenwicht houden.

De bruto primaire produktie wordt vooral bepaald door de lichtintensiteit onder water en de beschikbaarheid van nutriënten waarvan stikstof en fosfaat in het algemeen de belangrijkste zijn. De beschikbaarheid van silicium kan een belangrijke rol spelen voor de kiezelalgen.

De absolute bovengrens voor de algenbiomassa wordt gesteld door de beschikbare lichtenergie en wordt bereikt onder omstandigheden van een overmaat aan voedingsstoffen en een in verhouding geringe sterfte, graas en uitspoeling.

Indien een of meer nutriënten in relatief geringe hoeveelheden voorkomen wordt op een lager niveau een maximum gesteld door de beschikbare hoeveelheid van de voedingsstof die relatief in het minimum verkeert. Ook deze bovengrens zal alleen worden bereikt indien de andere faktoren lichtvoorziening, sterfte, graas en uitspoeling niet beperkend zijn.

Onderzoek in modelreservoirs opgesteld in het spaarbekken Grote Rug heeft uitgewezen dat bij een hoge primaire produktie in kombinatie met een hoge graasaktiviteit de algenbiomassa op een zeer laag niveau kan blijven (ref.14). Sterfte van algen hangt waarschijnlijk vooral samen met faktoren als nutriënten- of lichtlimitatie en met dalende watertemperaturen aan het einde van het groeiseizoen. Uitspoeling van algenmateriaal kan alleen van betekenis zijn in bekkens met een zeer grote waterverversing (verblijftijd korter dan enkele weken).

In het onderstaande wordt getracht de bovengrenzen van het chlorophylgehalte vast te stellen in relatie tot het onderwaterlichtklimaat, het gehalte aan totaal-stikstof en het gehalte aan totaal-fosfaat.
Wanneer deze bovengrenzen bekend zijn is het mogelijk om vast te stellen in hoeverre de faktoren N, P en "licht" bepalend zijn voor de algenbiomassa in de diverse wateren. Naar verwachting zal in vele wateren tenminste een van deze faktoren in hoge mate bepalend zijn voor de biomassa in het groeiseizoen. Dit zou betekenen dat op grond van de gegevens voor totaal-N, totaal-P en de lichtvoorziening de biomassa kan worden berekend.
Het chlorophylgehalte wordt gehanteerd als maat voor de algenbiomassa. Aandacht wordt besteed aan zowel de bovengrens van het gemiddelde chlorophylgehalte als aan de maximale waarde die in deze periode kan worden bereikt.

4.2. Chlorophyl en onderwaterlichtklimaat

De maximale algenbiomassa bij overmaat aan nutriënten uitgedrukt per m^2 wateroppervlak kan volgens de theoretische modellen van Vollenweider en Steel (zie ref. 12) als volgt worden berekend:

$$F_{max}.H = \frac{1}{e}.\frac{2f.u_{max}}{r} - \frac{k_o H}{e} \qquad (1)$$

met F_{max} : maximale bereikbare algen-biomassa (mg chlof. m^{-3})
H : gemiddelde waterdiepte of mengdiepte bij stratifikatie (m)
e : specifieke extinktiecoëfficiënt (zie ook 3.4) (m^2.mg $chlof^{-1}$)
f : relatieve daglichtduur (-)
u_{max} : maximale relatieve bruto groeisnelheid (dag^{-1})
r : relatieve verdwijnsnelheid (respiratie + sterfte) (dag^{-1})
k_o : extinktiecoëfficiënt in afwezigheid van algen (m^{-1})

De eerste term in de vergelijking kan worden beschouwd als een konstante . De extinktiecoëfficiënt bij afwezigheid van algen, k_o, kan zoals in paragraaf 3.4 is afgeleid worden benaderd met behulp van :

$$k_o = \frac{1,9}{S_o} \qquad (2)$$

waarin S_o is het doorzicht bij afwezigheid van algen.
Vergelijking (1) kan nu als volgt worden herschreven:

$$F_{max} . H = \alpha - \beta \frac{H}{S_o} \qquad (3)$$

De doorzichtdiepte bij afwezigheid van algen kan worden geschat uit het gemeten doorzicht en chlorophylgehalte volgens (zie 3.4):

$$\frac{1,9}{S} = \frac{1,9}{S_o} + 0,016 . F \qquad (4)$$

De term H/S_o karakteriseert het onderwaterlichtklimaat.
De rechte lijn die door vergelijking (3) wordt beschreven kan worden opgevat als een verzameling van meren waarvoor geldt dat de lichtvoorziening bepalend is voor het maximaal bereikbare chlorophylgehalte per m^2 wateroppervlak.
De ligging van deze lijn kan worden benaderd door voor een groot aantal wateren de betreffende grootheden uit te zetten in een korrelatie-diagram en op vergelijkbare wijze als voor de nutriënten N en P is gedaan, de puntenmassa aan de bovenzijde te begrenzen.
Voor F_{max} kan zowel het waargenomen maximum chlorophylgehalte worden ingevuld als het gemiddelde gehalte voor het zomerhalfjaar. In dit laatste geval vormt de verkregen lijn de verzameling van meren waarvoor geldt dat de lichtvoorziening de belangrijkste limiterende faktor is in deze hele periode. Doorzicht zonder algen, S_o, is in beide gevallen een schatting op basis van het doorzicht en chlorophylgehalte gemiddeld voor het zomerhalfjaar.
Het verband tussen F.H en H/S_o is weergegeven voor resp. het

gemiddelde en maximale chlorophylgehalte in de figuren 16 en 17. In bijlage 3 zijn de grootheden voor de diverse wateren in tabelvorm opgenomen. In fig. 16 zijn een aantal wateren niet aangegeven omdat deze zeer extreem liggen t.o.v. de overige wateren. Het blijkt in alle gevallen te gaan om de groep van zeer diepe plassen waarvan verwacht kan worden dat in de zomermaanden stratifikatie optreedt; in dat geval is de mengdiepte maatgevend en niet de totale waterdiepte waarvan hier gebruik is gemaakt. In de figuur zijn ook een aantal andere wateren tamelijk afwijkend nl. Amstelmeer, Binnenbedijkte Maas en Kinselmeer en Barnegat. In beide eerste gevallen speelt mogelijk ook stratifikatie een rol gezien de grote diepten die plaatselijk in deze wateren voorkomen. Voor de plassen in Waterland kan de afwijkende positie niet zonder meer worden verklaard. Mogelijk speelt hier de aanvoer van elders gevormd algenmateriaal een rol. De resterende puntenmassa is zo goed mogelijk begrensd door een een rechte lijn. De vergelijking van deze lijn is als volgt:

$$\overline{F}.H = 530 - 40{,}38 * \frac{H}{S_o} \qquad (5)$$

In fig. 17 die betrekking heeft op de maximale chlorophylgehalten blijken weer grotendeels dezelfde wateren een afwijkende positie in te nemen.
De getrokken lijn in deze figuur kan worden beschreven met de vergelijking:

$$F_{max}.\ H = 985 - 94{,}71 * \frac{H}{S_o} \qquad (6)$$

4.3. Chlorophyl en nutriënten.

In paragraaf 3.6 is reeds ingegaan op het verband tussen de gemiddelde gehalten aan totaal-N resp. totaal-P en het gemiddelde en maximale chlorophylgehalte (zie fig. 11 t/m 14).

De vergelijkingen voor de bovengrenzen zijn als volgt:

$$\overline{F} = -89,6 + 89,6 * \overline{TN} \quad (7)$$

$$\overline{F} = -15,53 + 776,32 * \overline{TP} \quad (8)$$

$$F_{max} = -33,87 + 112,9 * \overline{TN} \quad (9)$$

$$F_{max} = 1206,9 * \overline{TP} \quad (10)$$

4.4. Toepassing van het model.

Er zijn nu twee sets vergelijkingen beschikbaar om de bovengrenzen van het gemiddelde chlorophylgehalte resp. het maximale chlorophylgehalte te berekenen in afhankelijkheid van de drie milieufaktoren totaal-stikstofgehalte, totaal-fosfaatgehalte en onderwater-lichtklimaat (H/S_o). De betreffende funkties zijn nogmaals grafisch weergegeven in de figuren 18 en 19. Onder de aanname dat tenminste een van de drie faktoren bepalend is voor het chlorophylgehalte kan met behulp van deze vergelijkingen het gemiddelde en het maximum chlorophylgehalte worden berekend. Tevens kan worden aangegeven welke faktor de belangrijkste invloed heeft op het chlorophylgehalte.
Ter verduidelijking wordt een voorbeeld uitgewerkt voor het noordelijke deel van het kleine IJsselmeer:

- basis gegevens: $\overline{TP}$ = 0,22 mg/l
  $\overline{TN}$ = 3,60 mg/l
  H = 4,4 m (diepte)
  $\overline{F}$ = 98 mg/m^3 (chlorophyl)
  S = 0,77 m (doorzicht)

- berekening S_o, doorzicht zonder algen:

m.b.v. $\frac{1,9}{S} = \frac{1,9}{S_o} + 0,016\ F$

S_o = 2.11 m.

- berekening bovengrenzen:

1. $\overline{F} = \frac{530}{H} - 40,38 * \frac{1}{S_o} = 101 \text{ mg/m}^3$

2. $\overline{F} = - 89,6 + 89,6 * \overline{TN} = 233 \text{ mg/m}^3$

3. $\overline{F} = - 15,53 + 776,32 * \overline{TP} = 155 \text{ mg/m}^3$

- Konklusie:

Het berekende chlorophylgehalte is het minimum van de drie vergelijkingen en bedraagt dus 101 mg/m^3. De faktor "licht" is kennelijk de belangrijkste limiterende faktor voor de algengroei. De berekende waarde is in dit voorbeeld vrijwel gelijk aan de gemeten waarde.

In de bijlagen 3.1. en 3.2. zijn de resultaten van deze berekeningen opgenomen voor resp. het gemiddelde en het maximale chlorophylgehalte. In tabel 8 zijn de berekende en gemeten chlorophylgehalten weergegeven alsmede de belangrijkste limiterende faktor in die gevallen waar sprake is van een redelijke overeenstemming tussen beide waarden.
Niet opgenomen zijn de wateren genoemd in paragraaf 4.2. die een sterk afwijkend gedrag vertonen (o.a. diepe plassen).
In fig. 20 en 21 tenslotte zijn de berekende en gemeten waarden in een korrelatiediagram tegen elkaar uitgezet.
Als konklusie kan worden gesteld dat afgezien van de zgn. diepe plassen in een vrij groot aantal gevallen het chlorophylgehalte en dan met name het gemiddelde gehalte voor het zomerhalfjaar, in redelijke mate kan worden verklaard uit de gemiddelde waarden voor totaal-N, totaal-P en H/S_o.

Tabel 8. Vergelijking tussen gemeten en berekende chlorophylgehalten en aanduiding van de belangrijkste limiterende faktor.Bij een afwijking groter dan 50% t.o.v. de gemeten waarde is geen aanduiding van de limiterende faktor gegeven.

	Chlorophyl (mg/m^3) gemiddelde waarde			Chlorophyl (mg/m^3) maximale waarde		
	berekend	gemeten	limiterend	berekend	gemeten	limiterend
Zuidlaardermeer	256	136	-	422	205	-
Slotermeer	132	105	P	-	-	-
Tjeukemeer	116	86	N	226	135	-
Beulakker-Belterw.	85	177	-	157	273	-
IJsselmeer-Noord	101	98	licht	179	621	-
IJsselmeer-Midden	107	105	licht	192	191	licht
IJsselmeer-Zuid	104	75	licht	185	171	licht
Markermeer	99	61	N,P,licht	193	117	licht,N,P
IJmeer	99	52	-	203	140	N,licht,P
Gooimeer	233	182	N	373	358	N
Eemmeer-N.	249	225	licht	432	363	licht,N
Wolderwijd-N.	215	184	N,P	350	248	N,P
Veluwemeer	242	218	N	384	320	N
Drontermeer	260	256	N	406	390	N
Vossemeer	251	185	N	395	333	N
Zwarte meer	334	299	N,P	531	523	N,P
Ketelmeer	121	79	-	206	196	licht
Alkmaardermeer	195	50	-	354	354	licht,N
De Poel enz.	443	439	P	712	700	P,N
Twiske	45	10	-	97	33	-
Uitdammer die	274	236	licht	384	377	licht
Holysloter die	296	268	N	452	444	N
Ransdorper die	323	258	N,licht	485	395	N,licht
Zijdelmeer	358	198	-	531	307	-
Naardermeer	27	4	-	72	7	-
't Hol	225	20	-	374	26	-
Kagerplassen	105	28	-	177	63	-
Braassemermeer	150	19	-	264	51	-
Mooie Nel-S	89	60	licht	143	99	licht
Westeinderpl.	143	55	-	239	82	-
Langeraarsepl.nrd.	158	126	licht	242	242	licht
" midden	165	164	licht	259	254	licht
" zuid	153	146	licht	230	209	licht
Nieuwk.pl. noord	132	97	P	229	201	P
" zuid	233	113	-	373	191	N
" wijde	143	51	-	260	86	-
Reeuwijksepl.	109	98	P	193	165	P
Sluipwijksepl.Elfh.	108	60	-	215	95	-
" Kalverbr.	109	43	-	193	52	-
Rotte boezem	322	144	-	541	250	-
Bergse achterplas	352	175	-	567	308	-
" voorplas	181	153	licht	253	240	licht
Kralingseplas	74	69	licht	70	128	-
Weegje	119	45	-	185	97	-
Binnenbedijkte Maas	59	81	licht	74	144	-
De Put	36	13	-	53	34	-
Helsdingen	0	6	N	56	20	-
Kruithofwiel	36	18	-	82	37	-
Waalboezem	87	55	licht	135	90	licht
Brielsemeer	72	23	-	121	330	-

In een aantal wateren is het berekende chlorophylgehalte veel hoger dan het gemeten gehalte. Dit is bijvoorbeeld het geval in het Alkmaardermeer, 't Hol, Kagerplassen, Braassemermeer, Westeinderplassen en delen van de Nieuwkoopseplassen. Hiervoor kan niet direkt een verklaring worden gegeven. Mogelijke oorzaken zijn een grote waterverversing waardoor uitspoeling van algen optreedt, een relatief intensieve zooplanktonaktiviteit, een relatief grote fraktie niet voor algen beschikbaar stikstof en/of fosfaat en tevens fouten of onnauwkeurigheden in de toegeleverde gegevens.
De lichtvoorziening als beperkende faktor voor algengroei speelt, zoals te verwachten is, een belangrijke rol in zeer algenrijke ondiepe wateren en minder algenrijke, maar meerdere meters diepe wateren.
Een meer of minder duidelijke fosfaatlimitatie treedt in de huidige situatie in een relatief beperkt aantal wateren op. Terugdringen van de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater zal er toe leiden dat in toenemende mate fosfaat de belangrijkste limiterende faktor voor algengroei wordt.
Met behulp van het gepresenteerde model kan voor individuele meren globaal worden aangegeven bij welke fosfaatgehalten een invloed op de algenbiomassa merkbaar kan worden. Dit zgn. kritische fosfaatgehalte is afhankelijk van de lichtsituatie en zal dus samenhangen met de faktoren waterdiepte (H) en "doorzicht zonder algen (S_o).
Met behulp van de vergelijkingen (5) en (8) kan voor verschillende waarden van H en S_o de bovengrens van het gemiddelde chlorophylgehalte en het bijbehorende totaal-P gehalte worden berekend (zie tabel 9). Bij toenemende waterdiepte en afnemend "doorzicht zonder algen" komt het gemiddelde chlorophylgehalte dat maximaal mogelijk is, en dus ook het kritische fosfaatgehalte, op een lager niveau te liggen. Zo zal bijvoorbeeld in het ondiepe Veluwemeer reeds vanaf ca. 0,40 mg/l, en in het meerdere meters diepe IJsselmeer pas vanaf ca. 0,16 mg/l een heersende lichtlimitatie plaats kunnen maken voor een fosfaatlimitatie voor algengroei.

Tabel 9.

Bovengrens van het gemiddelde chlorophylgehalte en het bijbehorende totaal-P gehalte, het zgn. kritische fosfaatgehalte, berekend m.b.v. de vergelingen (5) en (8) voor verschillende waarden van waterdiepte H en "doorzicht zonder algen" S_o. (zie 4.2. en 4.3.)

S_o(m)	0,5		1,0		2,0	
H(m)	TP	CHLOF	TP	CHLOF	TP	CHLOF
	mg/l	mg/m^3	mg/l	mg/m^3	mg/l	mg/m^3
0,5	1,28	978	1,33	1017	1,36	1040
1,0	0,60	450	0,65	489	0,68	512
1,5	0,37	271	0,42	311	0,45	334
2,0	0,26	186	0,31	225	0,34	248
3,0	0,14	93	0,20	140	0,22	155
4,0	0,09	54	0,14	93	0,16	109
5,0	0,05	23	0,10	62	0,13	85

Opgemerkt wordt tenslotte dat met het gepresenteerde model slechts globale uitspraken kunnen worden gedaan over de gemiddelde situatie in het zomerhalfjaar. Gedurende kortere of langere tijd binnen dit zomerhalfjaar kan het voorkomen dat de gehalten aan N en P beduidend lager zijn dan de gemiddelde waarden en dat in deze periode de rol van de nutriënten veel belangrijker kan zijn dan op grond van de gemiddelde situatie wordt afgeleid.

Referenties.

1. Schets van de eutrofiëringssituatie van het Nederlandse oppervlaktewater en overzicht van de onderzoeksaktiviteiten van de verschillende waterkwaliteitsbeheerders.
Resultaten van de eerste eutrofiëringsenquête, CUWVO werkgroep VI oktober 1976.

2. De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater.
Indikatief Meerjarenprogramma 1980-1984.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

3. Hosper, S.H. (1978). De ontwikkeling van richtlijnen voor fosfaatconcentratie en fosfaatbelasting voor Nederlandse wateren. H_2O (11) nr. 15: 329-334.

4. Hosper, S.H. (1980). Development and practical application of limiting values for the phosphate concentration in surface waters in the Netherlands. Hydrob. Bull. (14).

5. Vollenweider R.A. (1979). The concept of nutriënt load as a basis for the external control of the eutrophication process in lakes and reservoirs.
Z.f. Wasser- und Abwasser-Forschung 12 (2): 46-55.

6. Larsen D.P., H.T. Mercier (1976). Phosphorus retention capacity of lakes.
J. Fish. Res. Board Can. (33): 1742-1750.

7. OECD (1979). Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control). Condensed Synthesis Report prepared by R.A. Vollenweider and J. Kerekes (Draft).

8. OECD (1979). Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control). Final report Project Shallow Lakes and Reservoirs compiled bij J. Clasen (Volume 1 and 2).

9. Hieltjes A.H.M., L. Lyklema (1979). Nalevering van fosfaat door sedimenten (III). Interactie fosfaat in sediment en (porien)water.
H_2O (12)26: 599-602.

10. Lyklema L. (1980). Eutrophication; the role of sediments. Hydrob.Bull.(14).

11. Rijkswaterstaat-Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Eutrofiëringsonderzoek Wolderwijd-Nuldernauw in de periode 1976-1979. (in voorbereiding).

12. Verhagen J.H.G. (1979). Een planktonmodel voor de Grote Rug. H_2O (12) 24: 537-540.

13. Golterman H.L. Physiological Limnology. Elsevier Scientific Publ. Comp. Amsterdam 1975.

14. Rijkswaterstaat-Deltadienst (1978). Jaarverslag Hydrobiologie 1977 van het Projekt Planktonbeheersing in Bekkens. Nota DD-MI 78.31.

FIGUREN

1. Verband tussen de fosfaat-retentiecoëfficiënt R en de waterverversingscoëfficiënt r ($jaar^{-1}$).

2. Verband tussen de fosfaat-retentiecoëfficiënt R en de hydraulische belasting q ($m.jaar^{-1}$).

3. Vergelijking tussen gemeten en berekende fosfaatgehalten in de meren.

4. Toelaatbare fosfaatbelasting als funktie van de verblijftijd en de gemiddelde waterdiepte uitgaande van een gemiddeld totaal-P-gehalte van 0,10 mg/l en de relatie tusen R en q vastgesteld voor Nederlandse wateren.

5. Korrelatiediagram doorzicht - chlorophylgehalte, gemiddelde voor het zomerhalfjaar.

6. Korrelatiediagram log doorzicht - log chlorophylgehalte, gemiddelde voor het zomerhalfjaar. Aangegeven is de regressielijn en het 80%-betrouwbaarheidsgebied.

7. Korrelatiediagram doorzicht - chlorophylgehalte, gemiddelde voor het winterhalfjaar.

8. Korrelatiediagram log doorzicht - log chlorophylgehalte, gemiddelde voor het winterhalfjaar.

9. Korrelatiediagram chlorophylgehalte - pH, gemiddelde voor het zomerhalfjaar.

10. Korrelatiediagram chlorophylgehalte, gemiddelde voor het zomerhalfjaar - verschil in pH gemiddeld voor zomerhalfjaar en winterhalfjaar.

11. Korrelatiediagram chlorophylgehalte - totaal-P-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar. De getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan.

12. Korrelatiediagram chlorophylgehalte - totaal-N-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar. De getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan.

13. Korrelatiediagram chlorophylgehalte, maximale waarde - totaal-P-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar. De getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan.

14. Korrelatiediagram chlorophylgehalte, maximale waarde - totaal-N-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar. De getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan.

15. Korrelatiediagram totaal-N-gehalte - totaal-P-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar. De getrokken lijn geeft aan de relatieve behoefte voor algen aan N en P, gekorrigeerd voor 1 mg/l niet voor algen beschikbaar stikstof.

16. Korrelatiediagram chlorophylgehalte per m^2 wateroppervlak, gemiddeld voor het zomerhalfjaar - gemiddelde diepte/doorzicht zonder algen. De getrokken lijn is een benadering voor de bovengrens.

17. Korrelatiediagram chlorophylgehalte per m^2 wateroppervlak, maximale waarde - gemiddelde diepte/doorzicht zonder algen. De getrokken lijn is een benadering voor de bovengrens.

18. Model voor berekening van het gemiddelde chlorophylgehalte in het zomerhalfjaar op basis van het voor deze periode gemiddelde gehalte aan totaal-N en totaal-P en het gegeven waterdiepte/ doorzicht zonder algen.

19. Model voor berekening van het maximale chlorophylgehalte op basis van de gemiddelde gehalten in het zomerhalfjaar van totaal-N en totaal-P en het gegeven waterdiepte/doorzicht zonder algen.

20. Korrelatiediagram berekend chlorophylgehalte - gemeten chlorophylgehalte. Gemiddeld voor het zomerhalfjaar.

21. Korrelatiediagram berekend chlorophylgehalte - gemeten chlorophylgehalte. Maximale waarden.

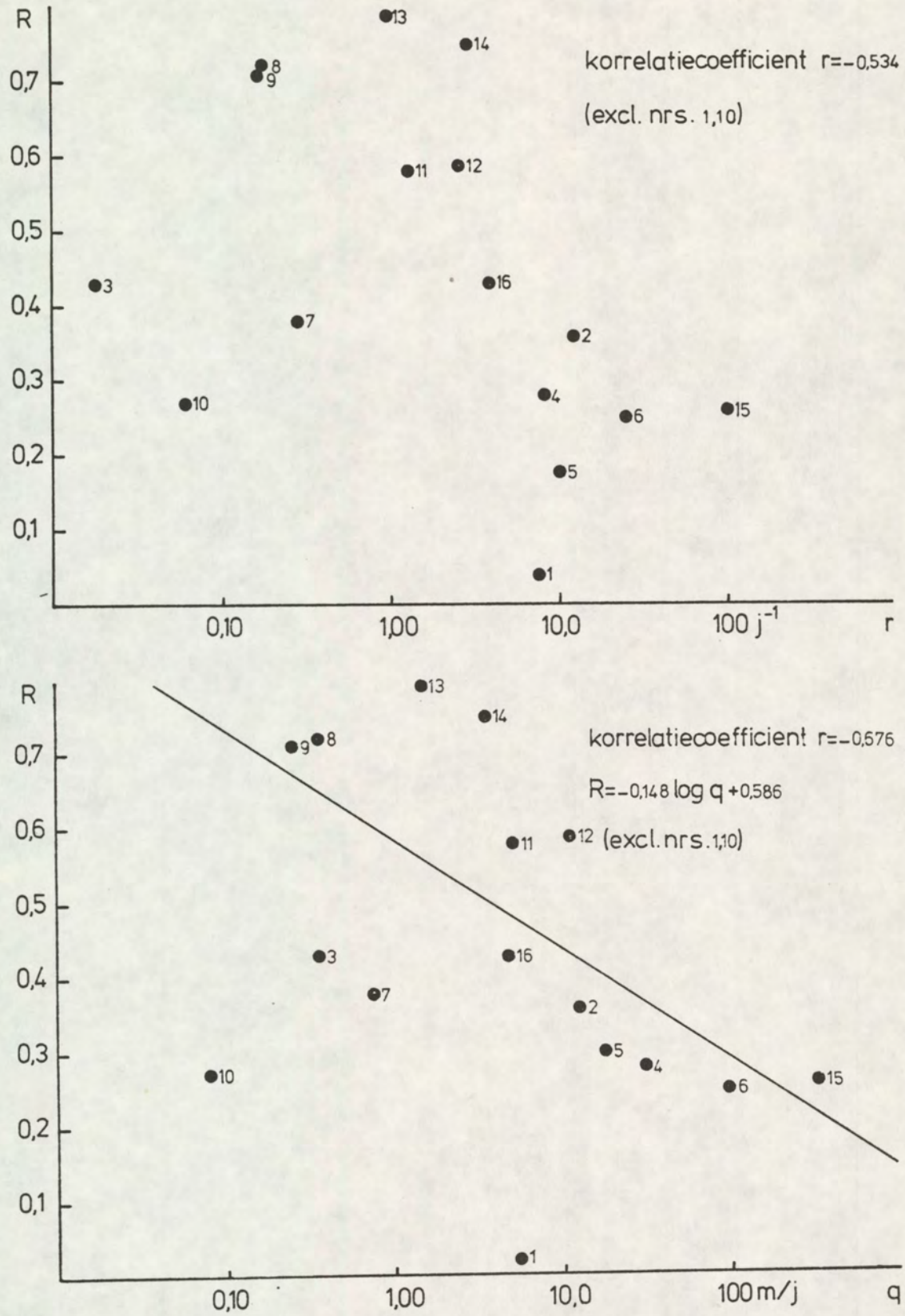
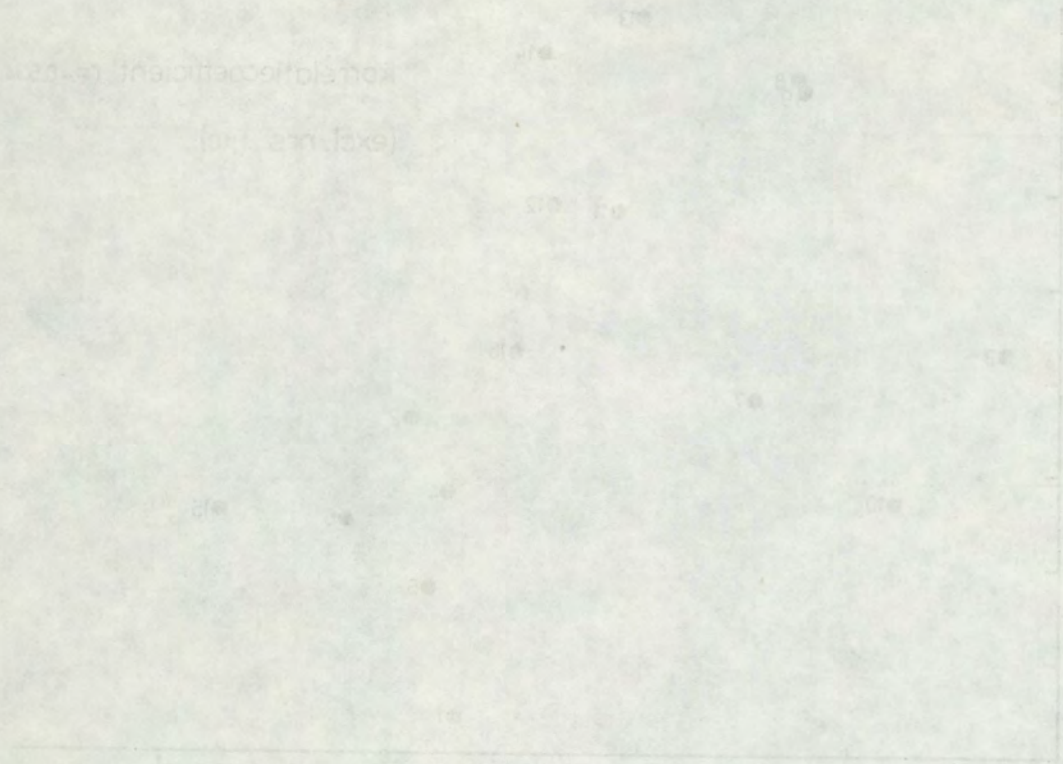
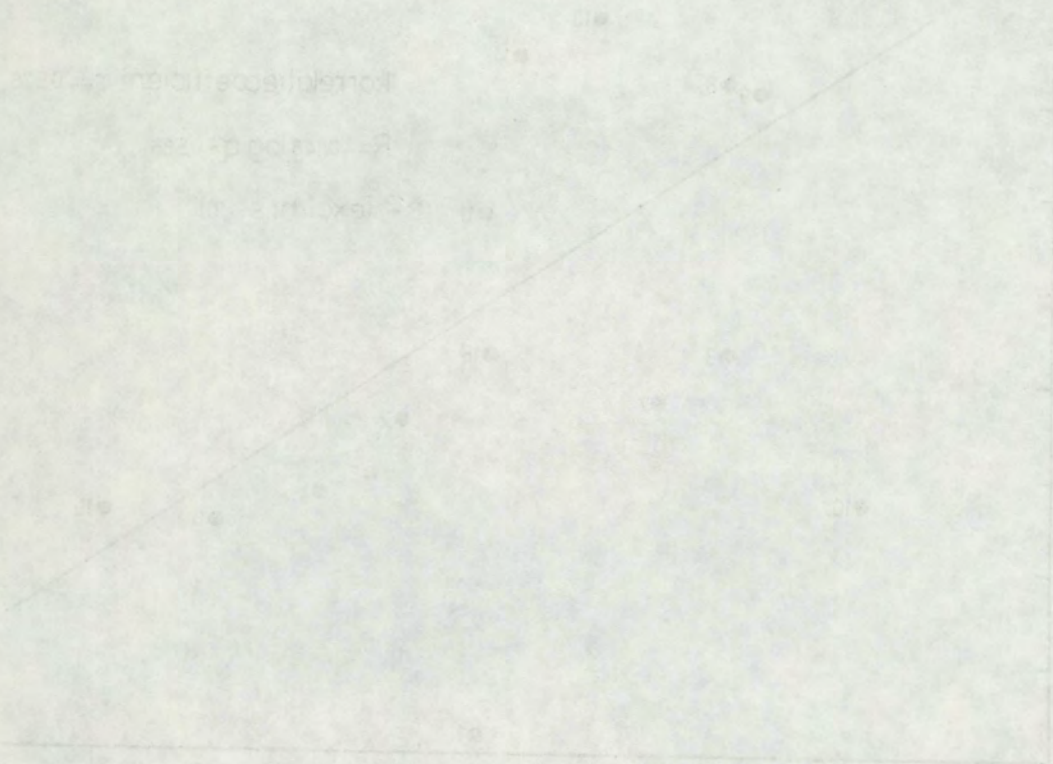


Fig. 1, 2 Verband tussen de retentiecoefficient R en resp. de waterverversings-coefficient r en de hydraulische belasting q.





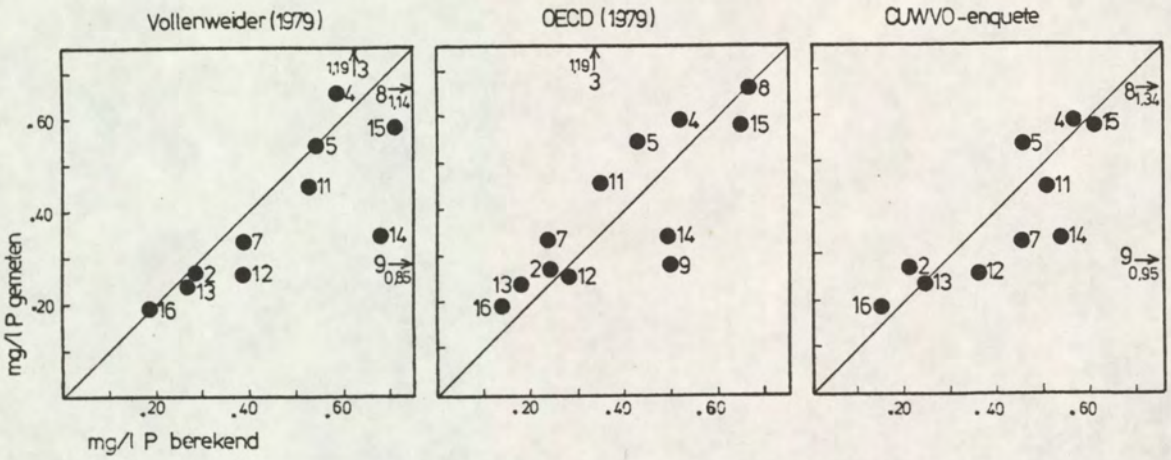


Fig: 3 Vergelijking tussen berekende en gemeten fosfaatgehalten in de meren.

Vollenweider (1979) : $Pm = Pi \times \frac{1}{1+\sqrt{Tw}}$

OECD (1979) : $Pm = Pi \times \frac{1}{1+2\sqrt{Tw}}$

CUWVO-enquete : $Pm = Pi \times (0{,}148 \log q + 0{,}414)$

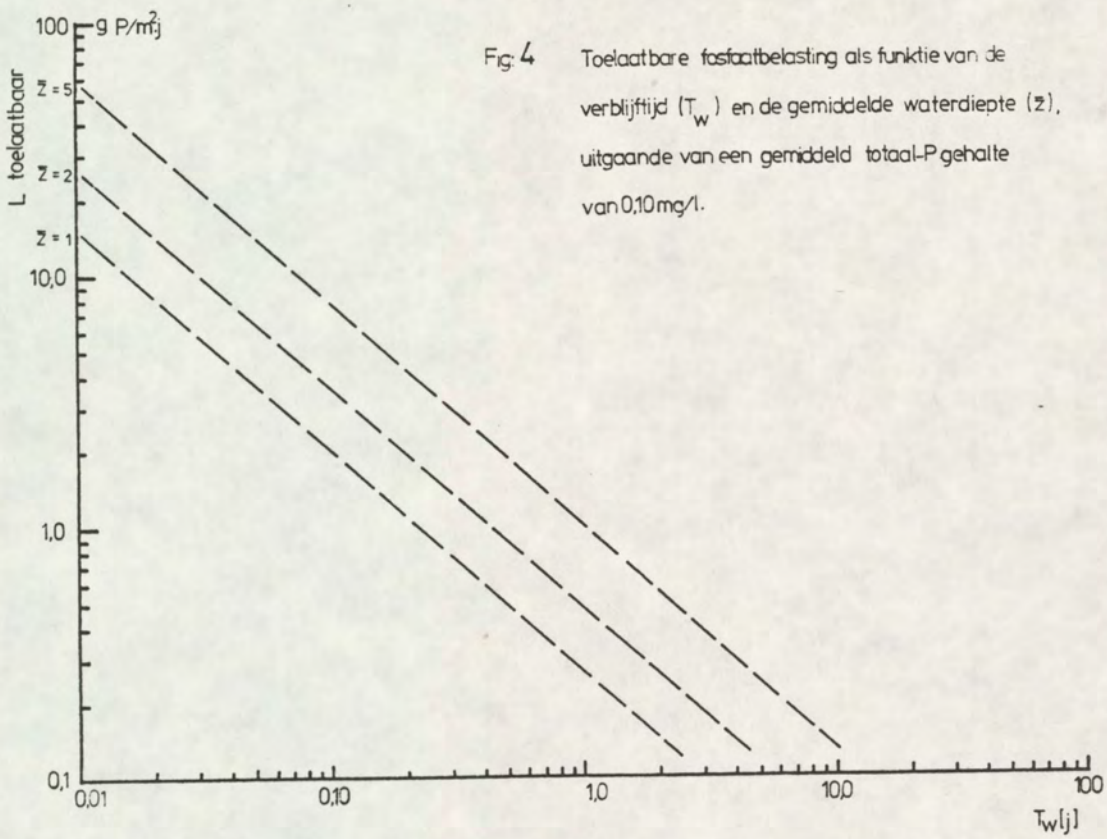
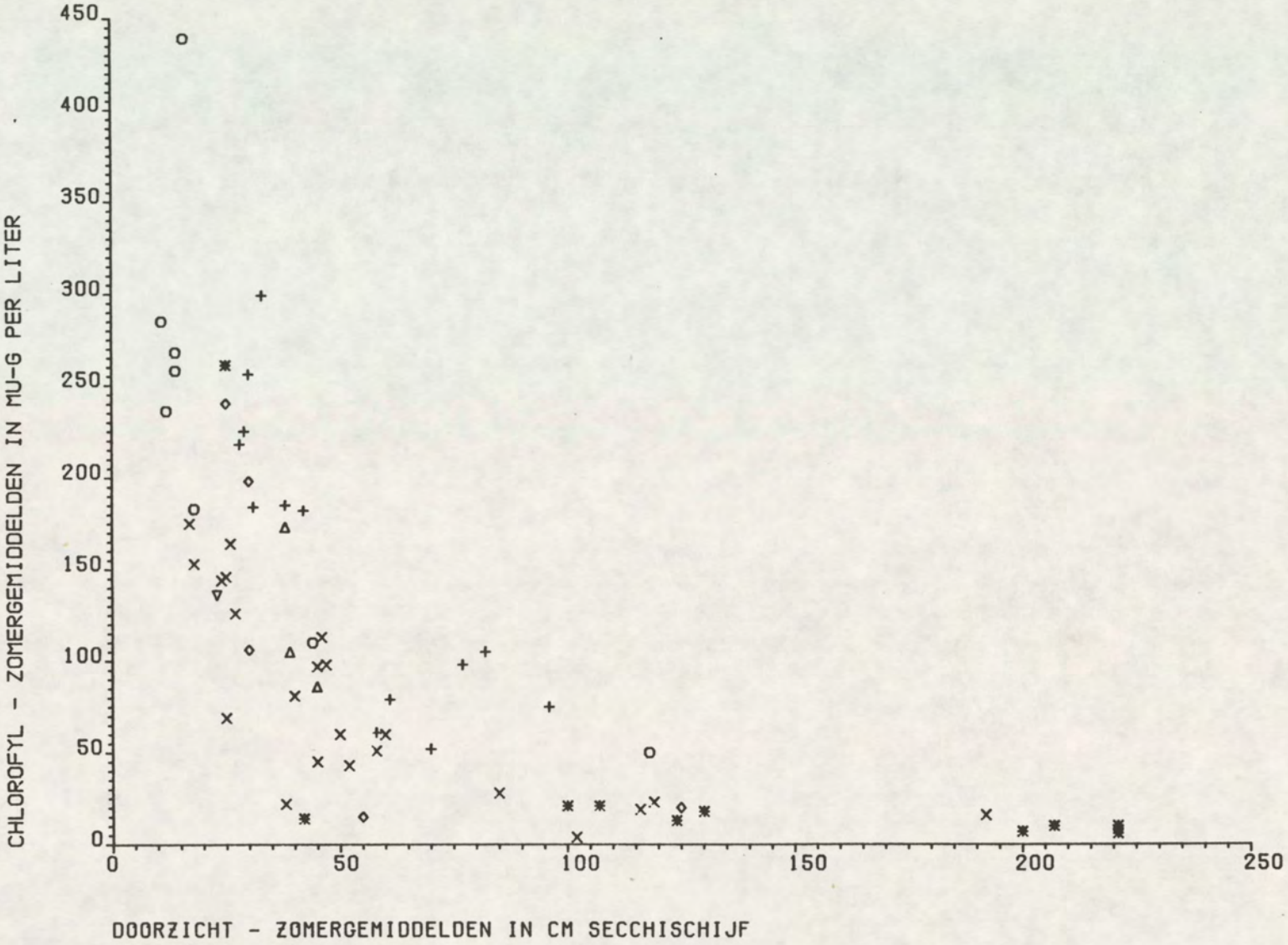
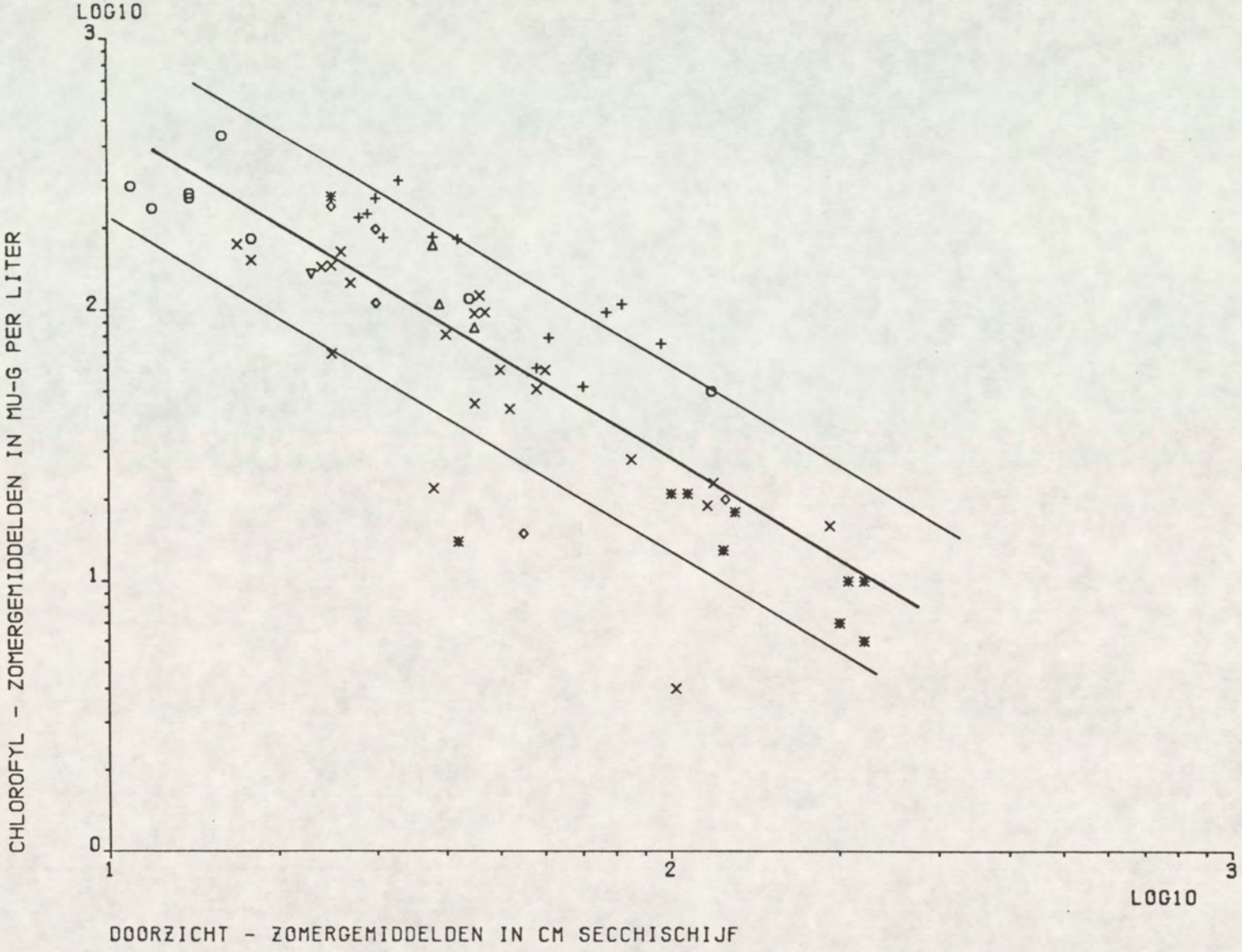


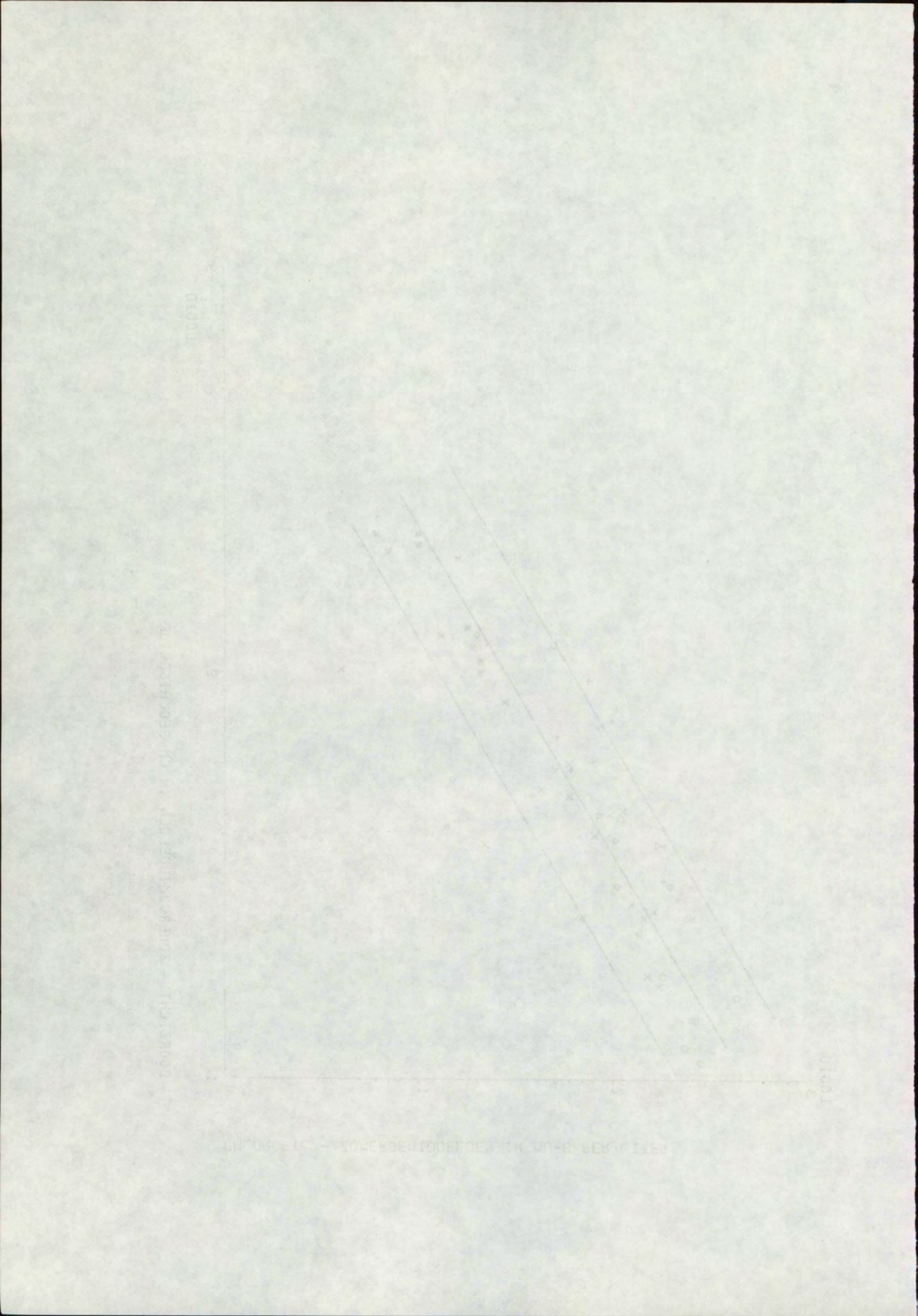
Fig: 4 Toelaatbare fosfaatbelasting als funktie van de verblijftijd (T_w) en de gemiddelde waterdiepte ($\bar{z}$), uitgaande van een gemiddeld totaal-P gehalte van 0,10 mg/l.

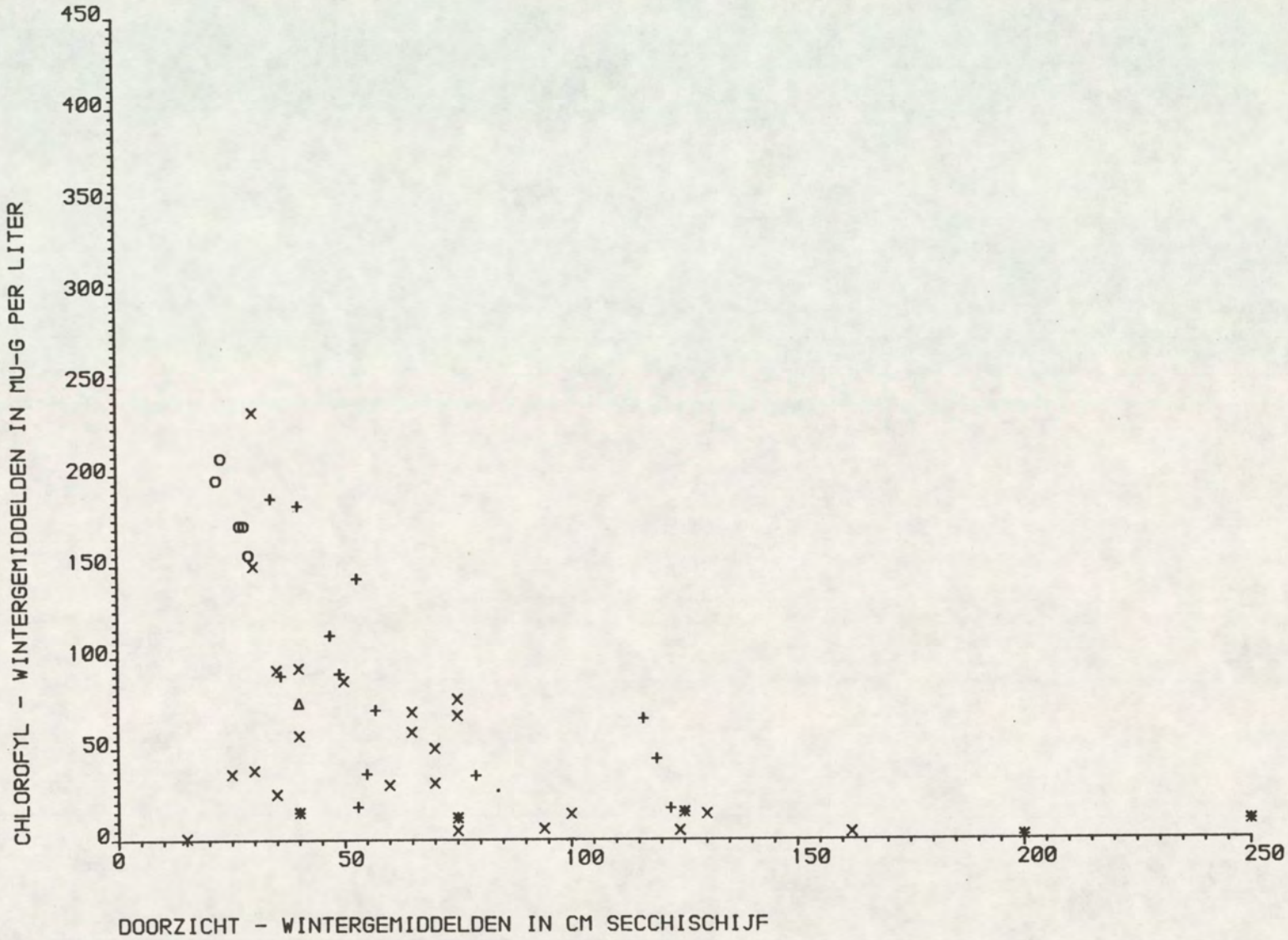


5. Korrelatiediagram doorzicht - chlorophylgehalte, gemiddelde voor het zomerhalfjaar

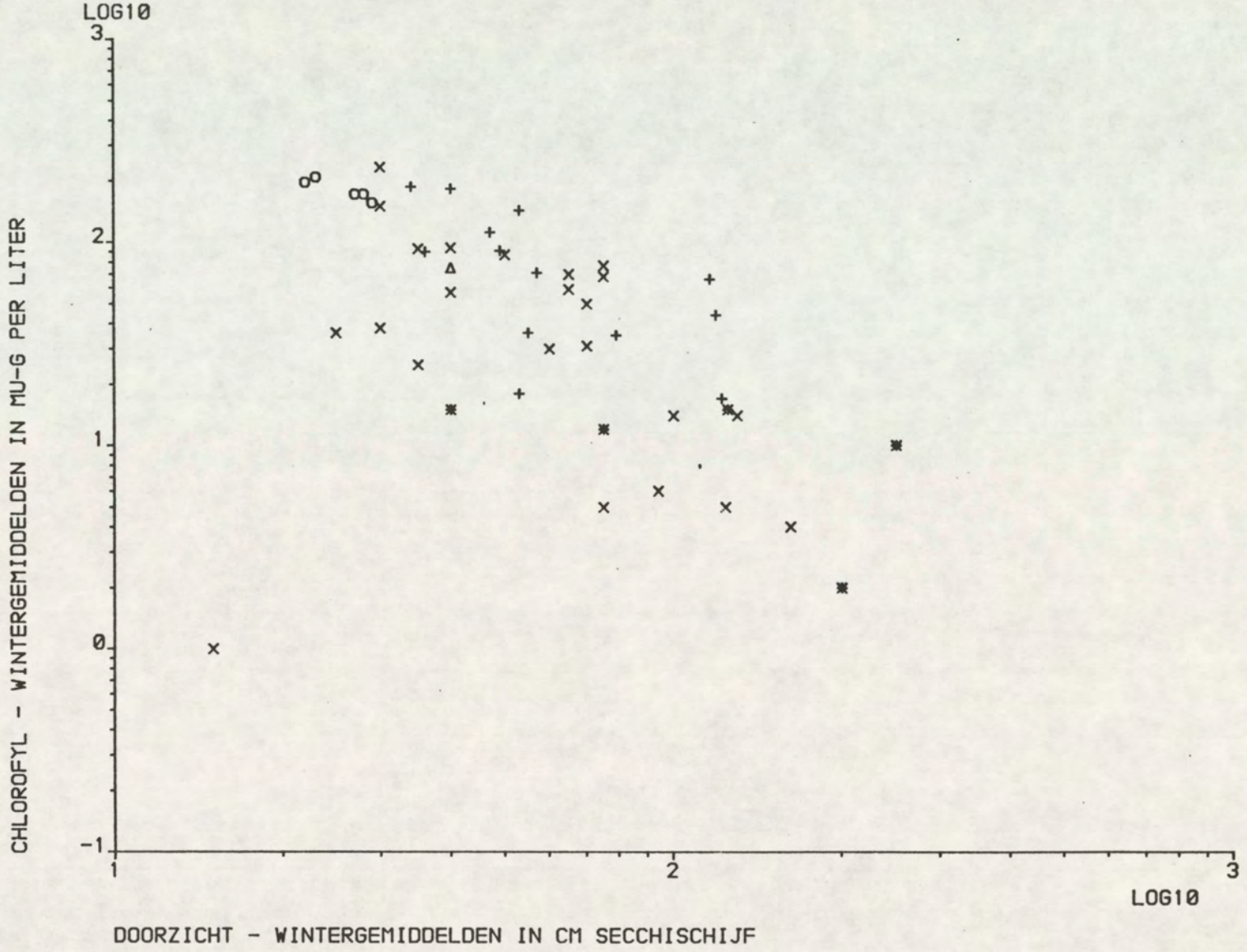


6. Korrelatiediagram log doorzicht - log chlorophylgehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar. Aangegeven is de regressielijn en het 80%-betrouwbaarheidsgebied.

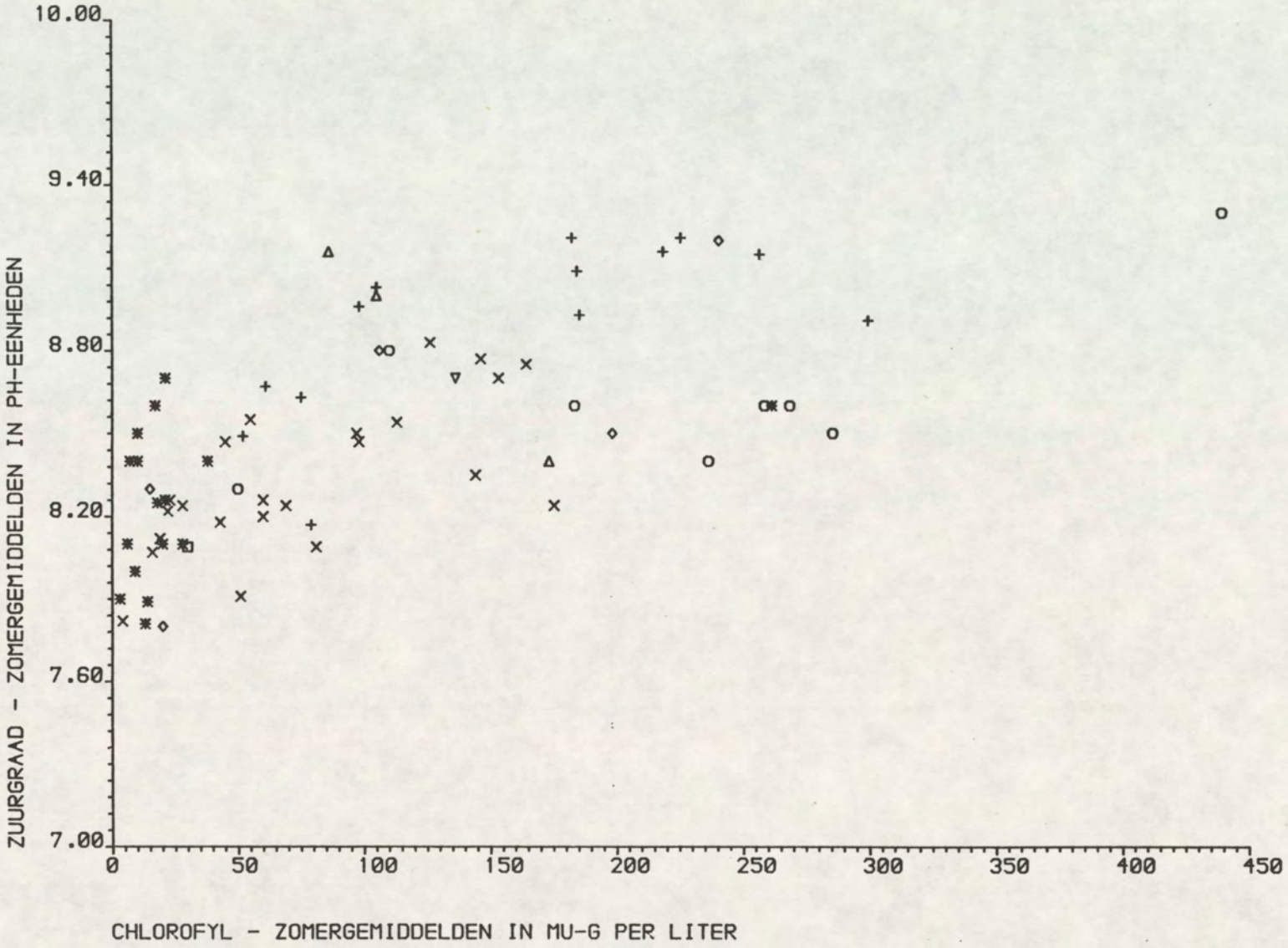




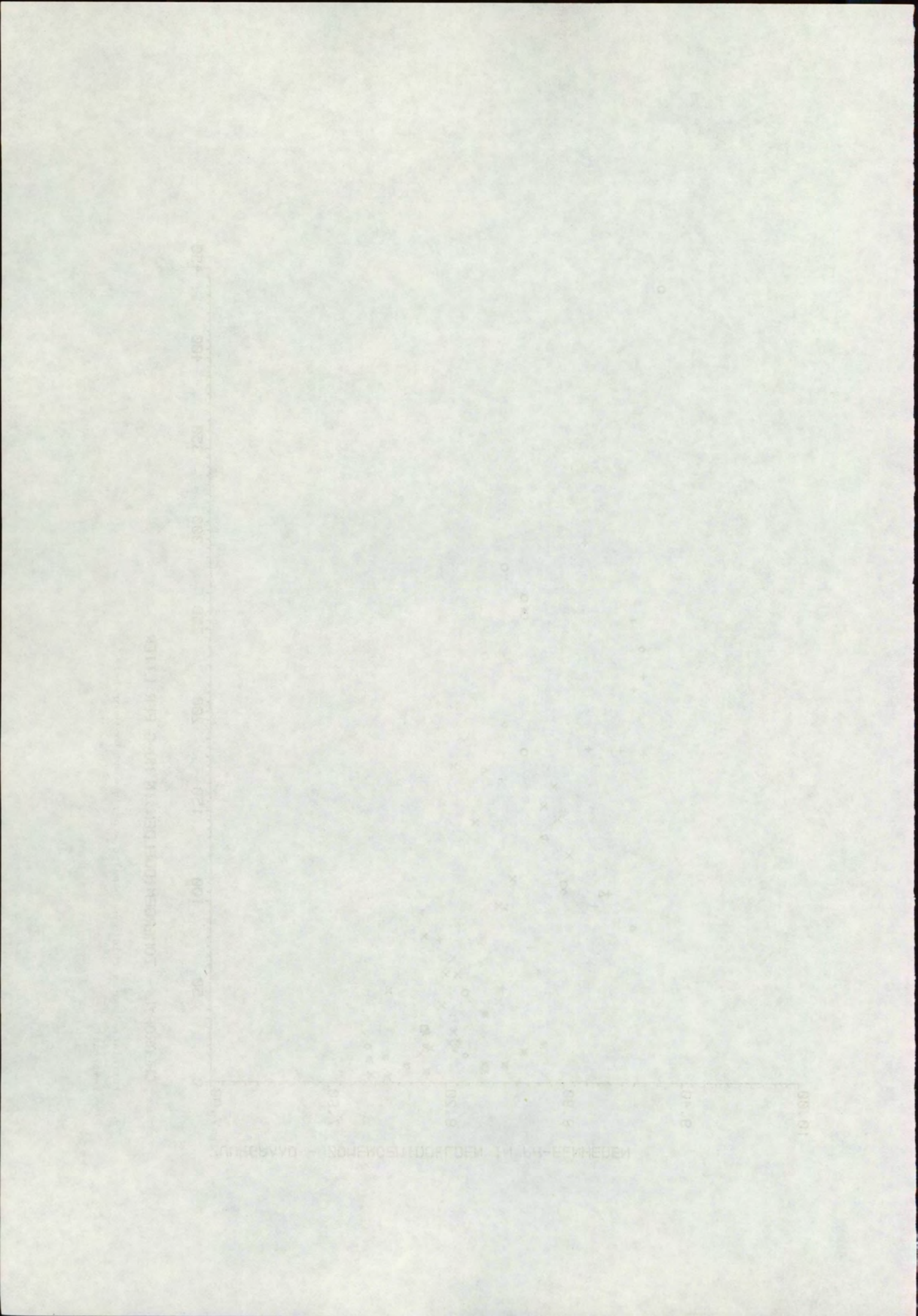
7. Korrelatiediagram doorzicht - chlorophylgehalte, gemiddelde voor het winterhalfjaar

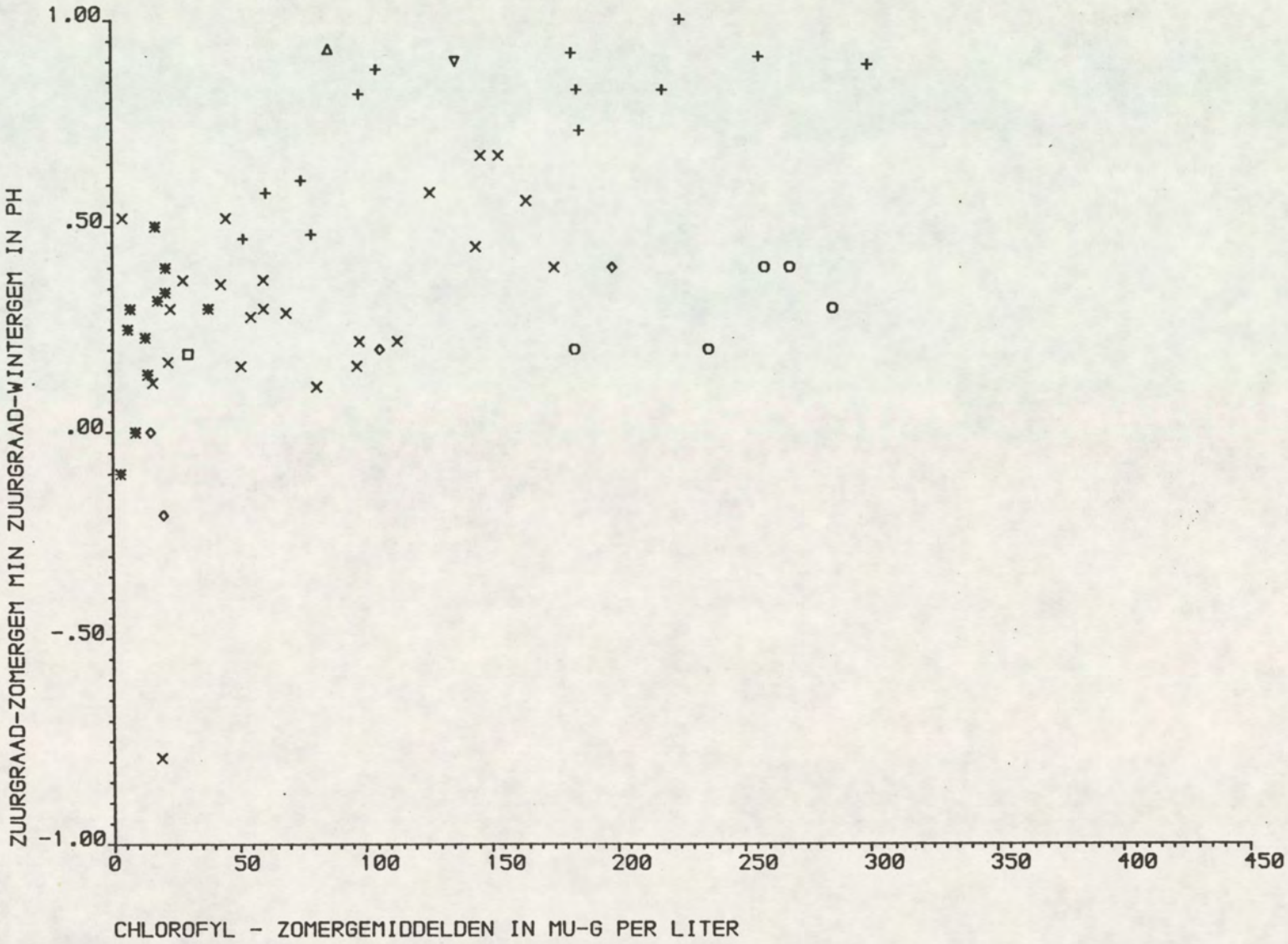


8. Korrelatiediagram log doorzicht - log chlorophylgehalte, gemiddelde voor het winterhalfjaar

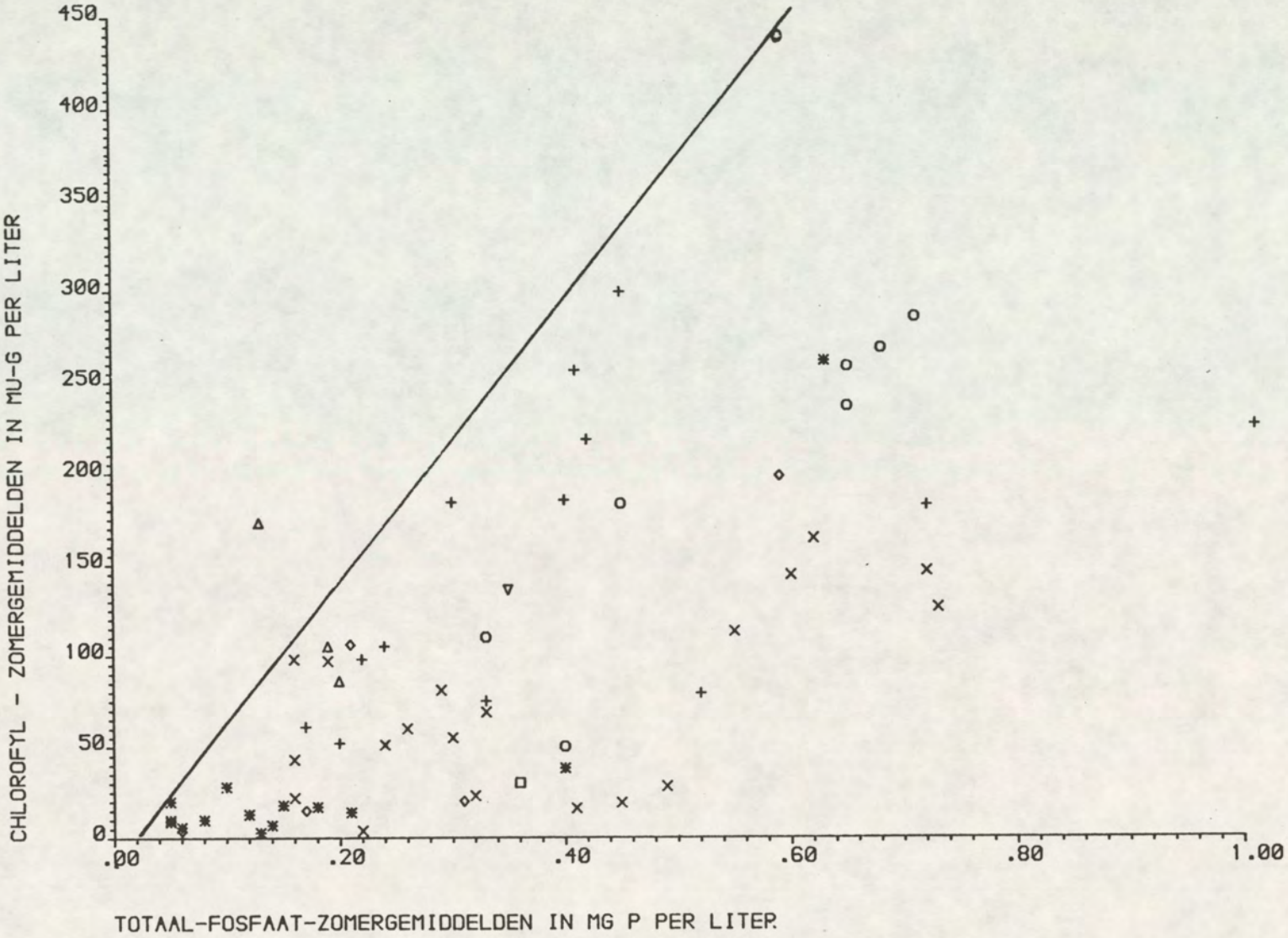


9. Korrelatiediagram chlorophylgehalte - pH, gemiddelde voor het zomerhalfjaar

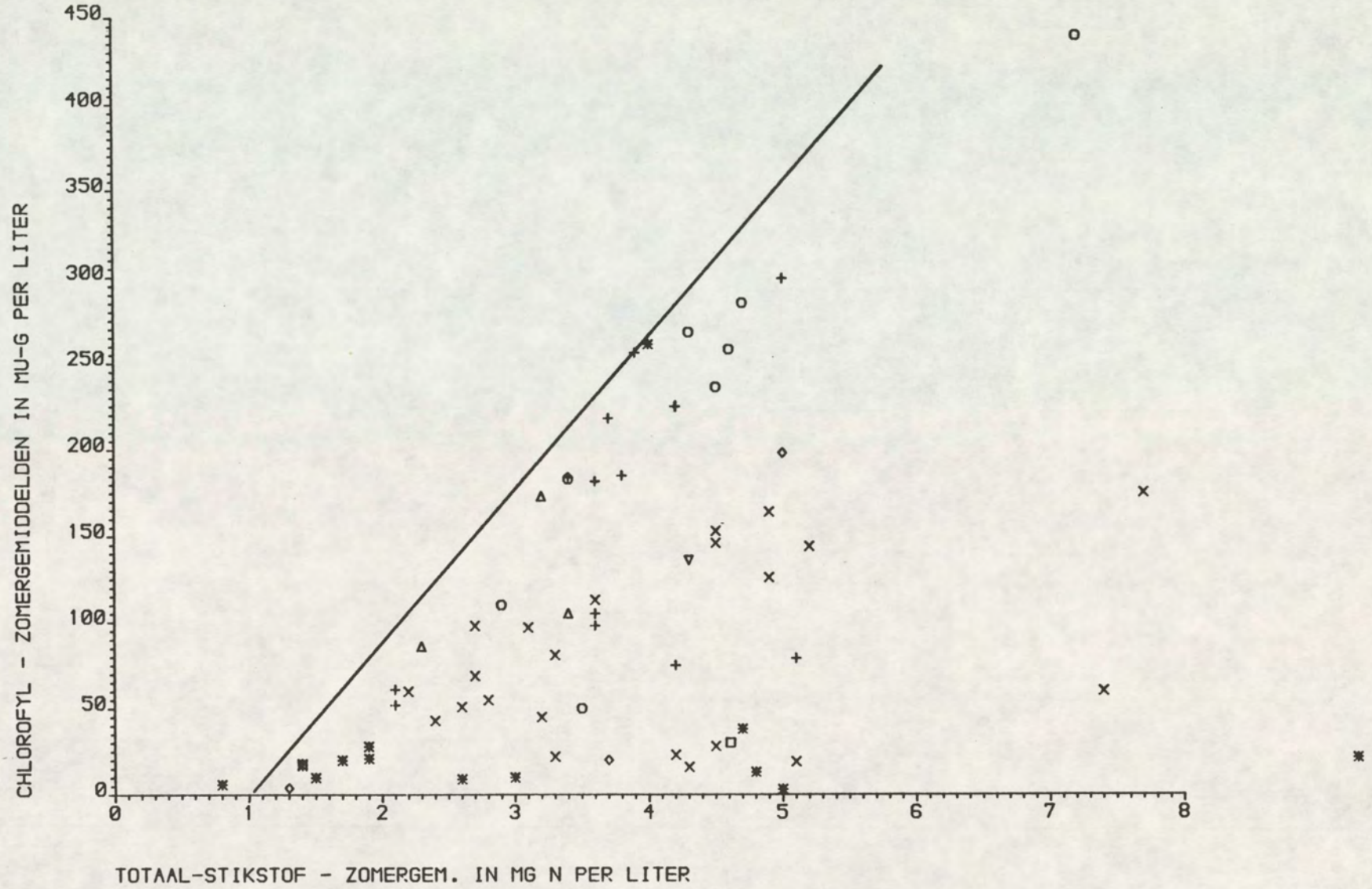




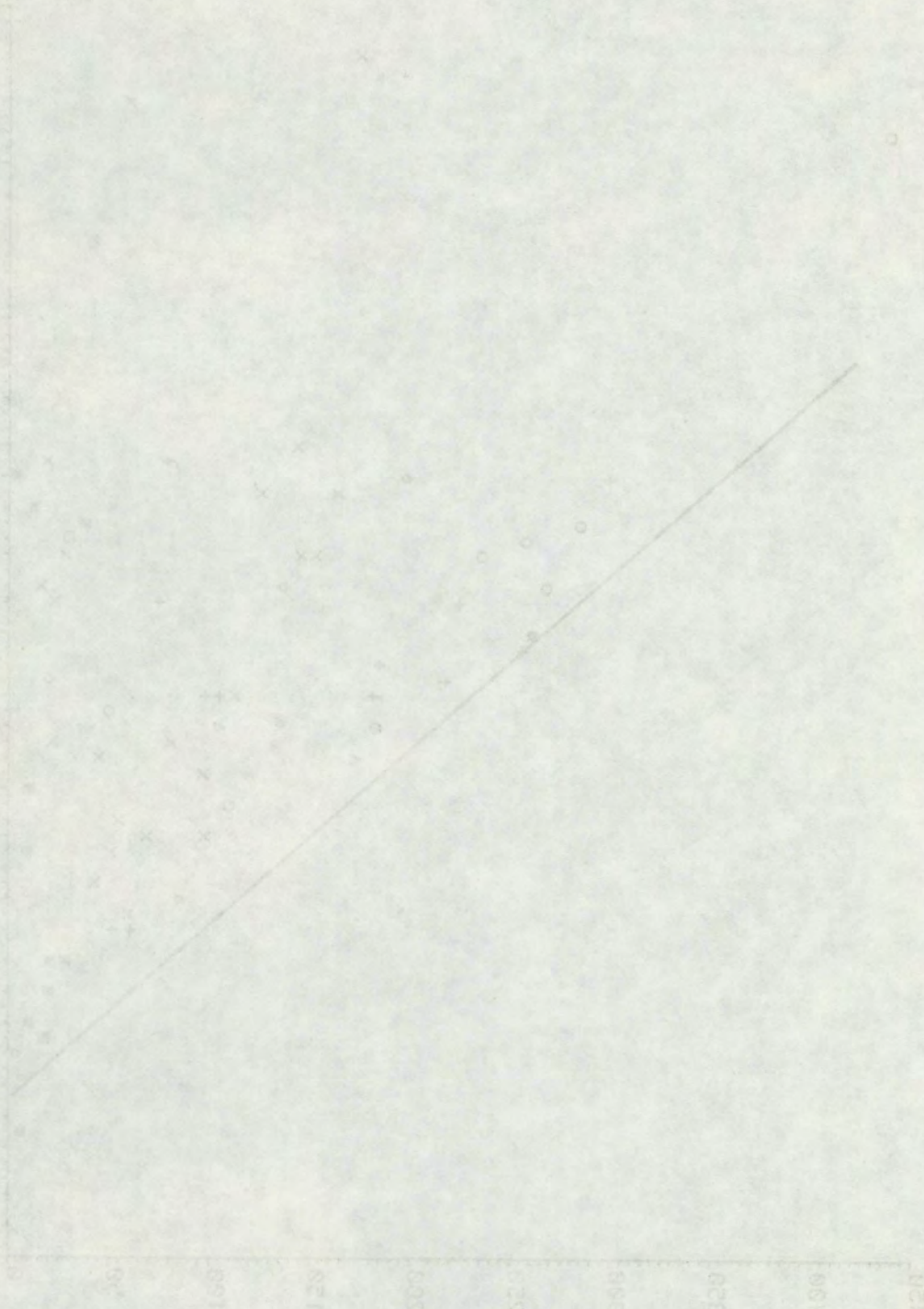
10. Korrelatiediagram chlorophylgehalte, gemiddelde voor het zomerhalfjaar - verschil in pH gemiddeld voor zomerhalfjaar en winterhalfjaar

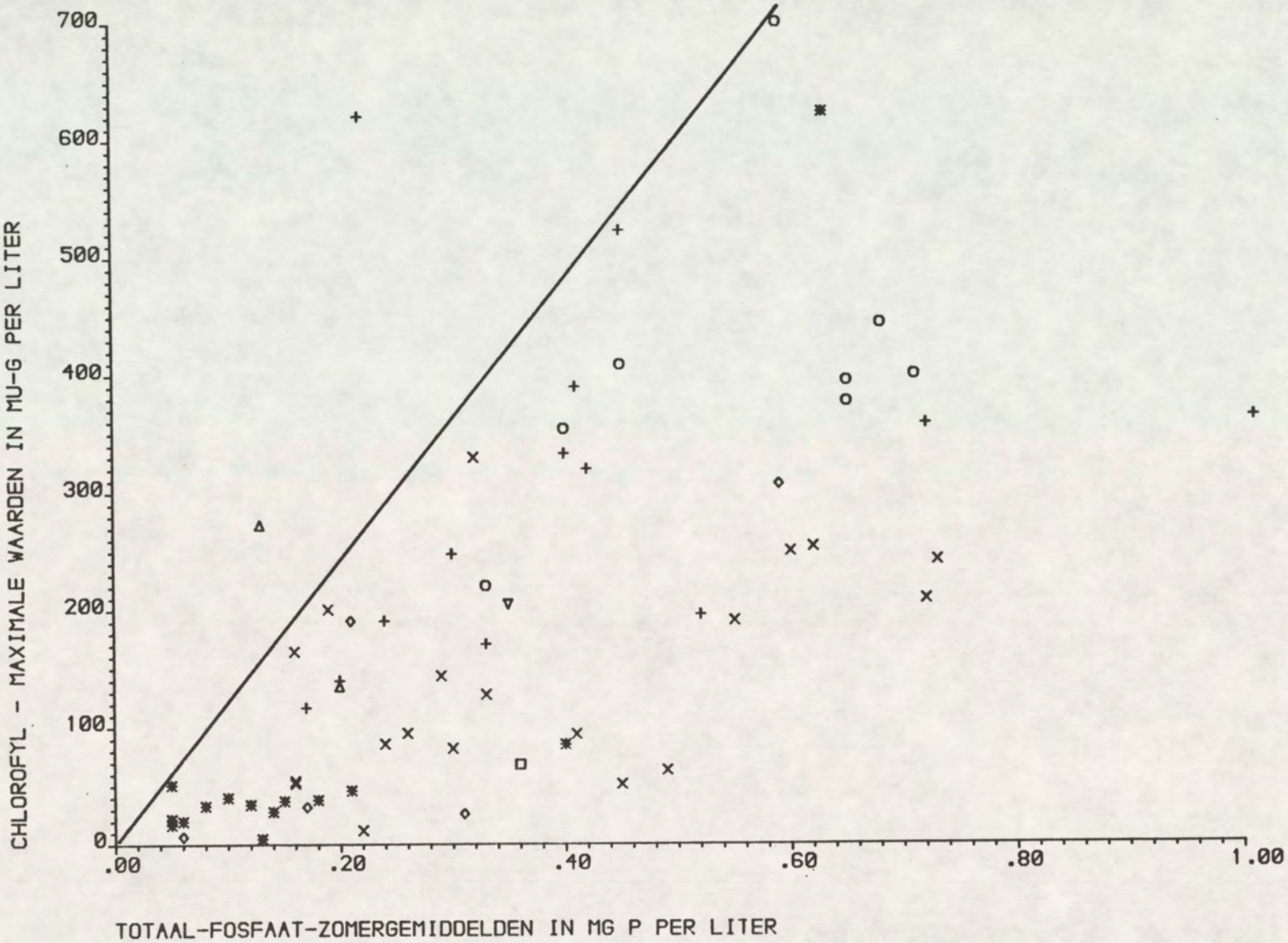


11. Korrelatiediagram chlorophylgehalte - totaal-P-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar. De getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan

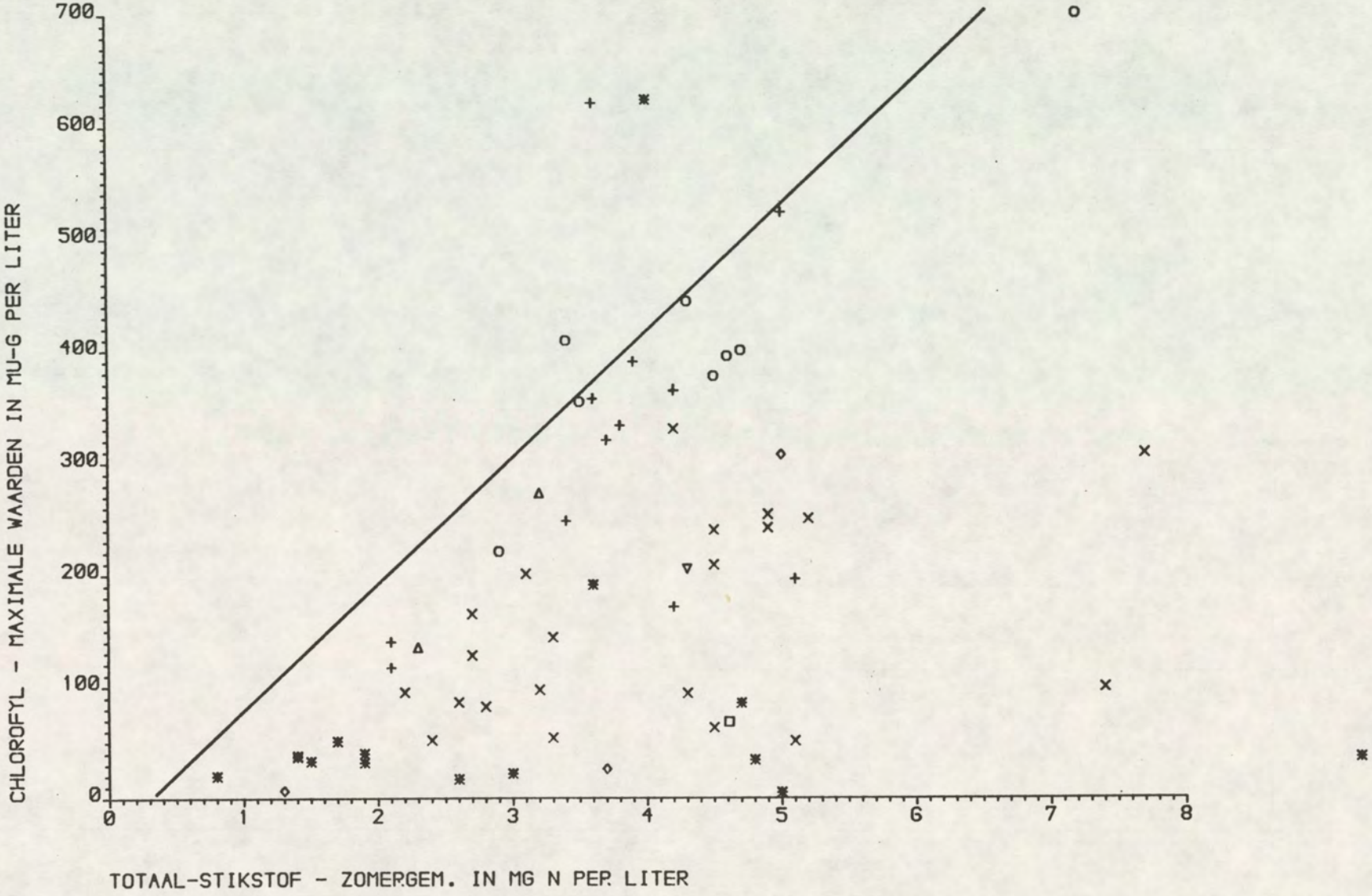


12. Korrelatiediagram chlorophyl - totaal-N-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar.
De getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan

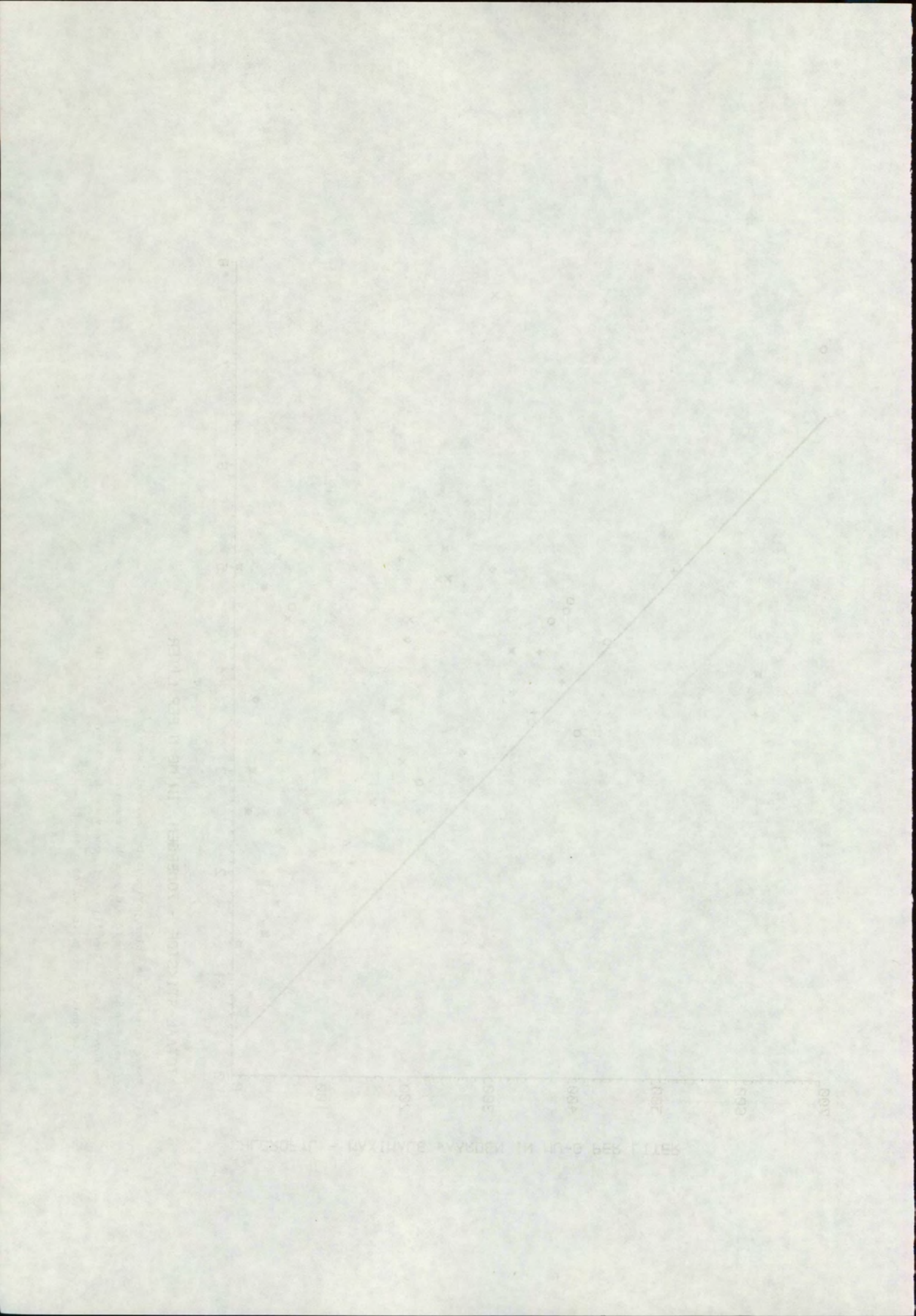


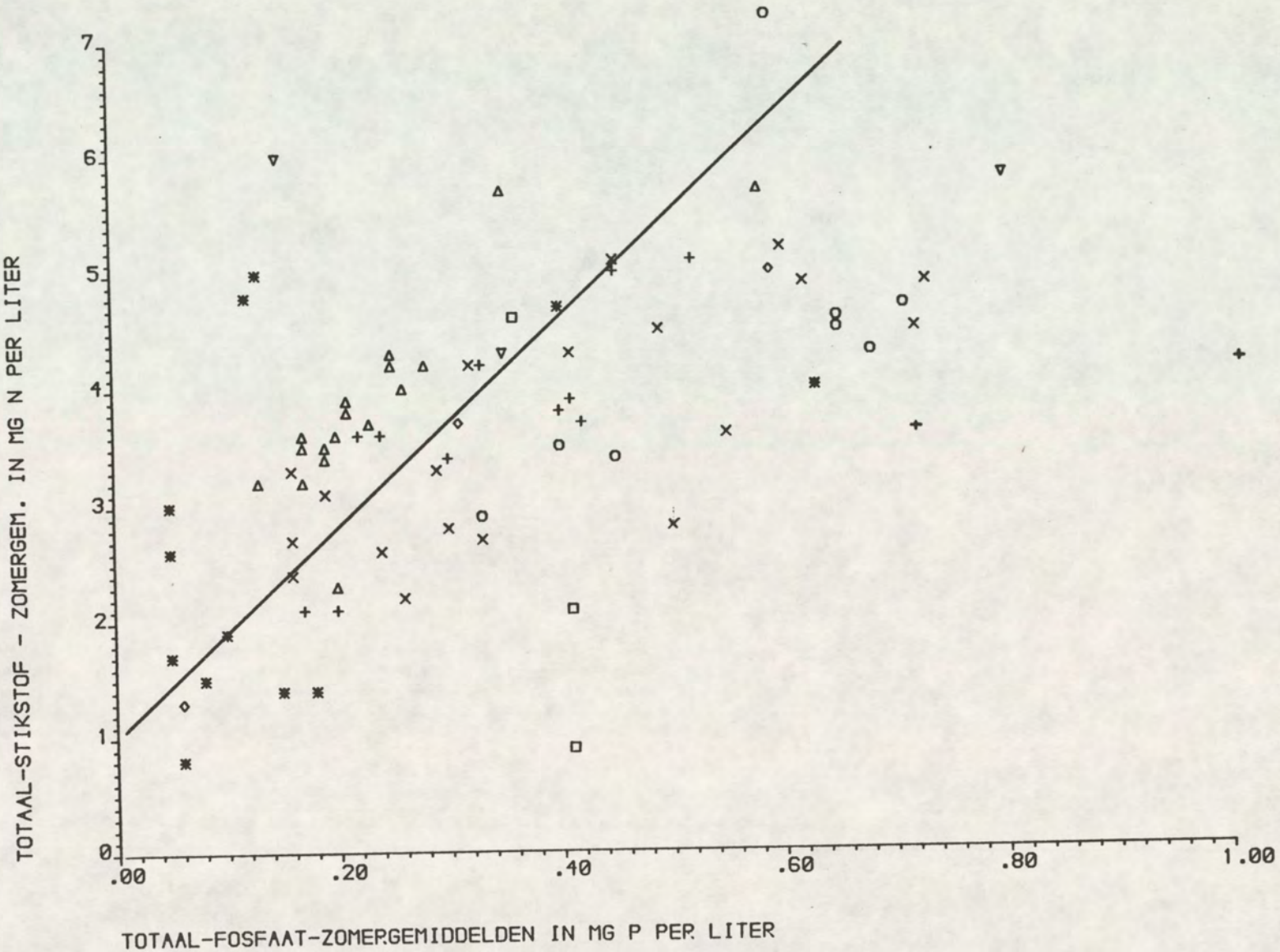


13. Korrelatiediagram chlorophyl, maximale waarde - totaal-P-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar.
De bovenste getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan.

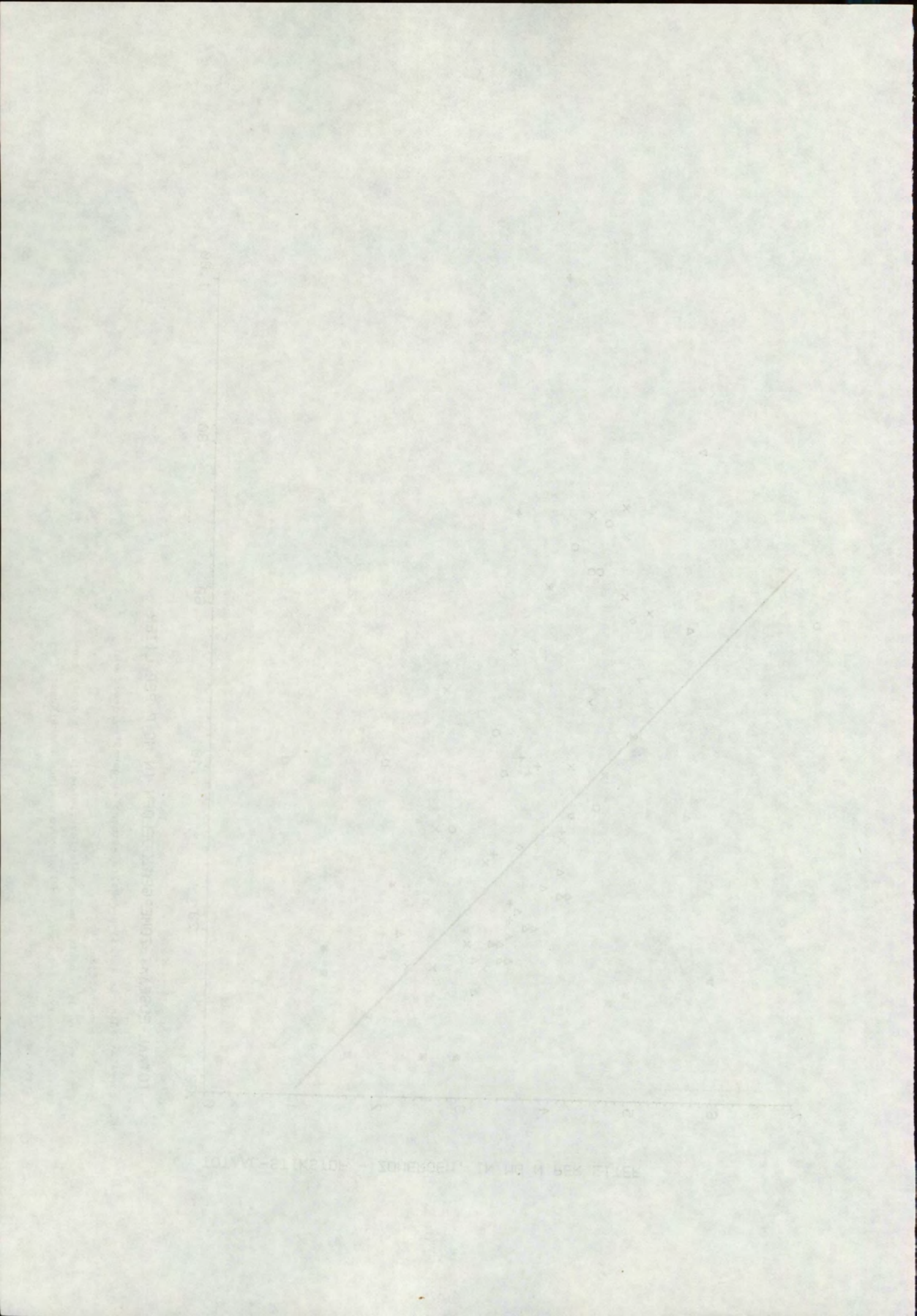


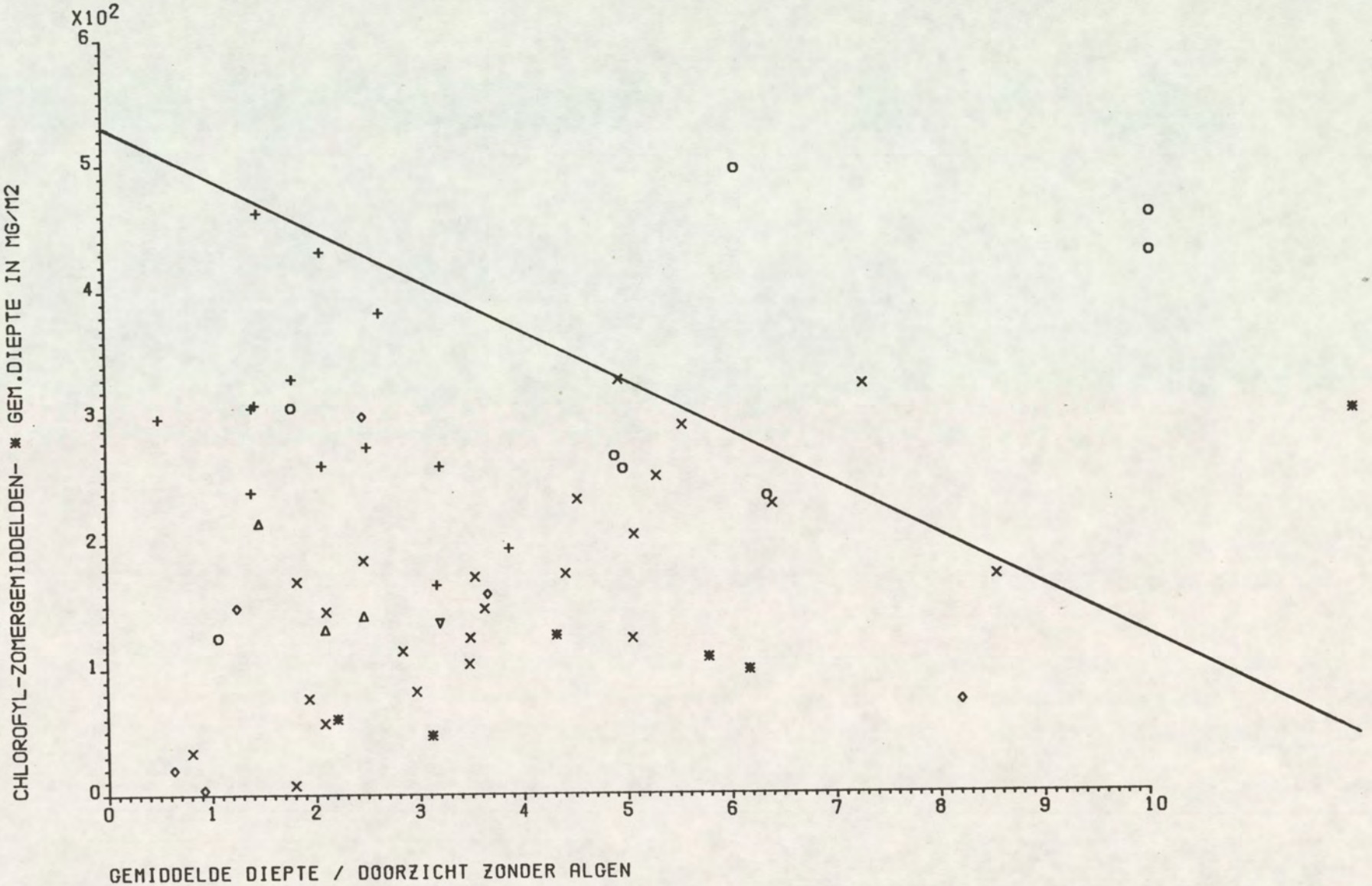
14. Korrelatiediagram chlorophylgehalte, maximale waarde - totaal-N-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar; De bovenste getrokken lijn geeft ongeveer de maximale verhouding aan. De onderste lijn is ontleend aan fig. 12



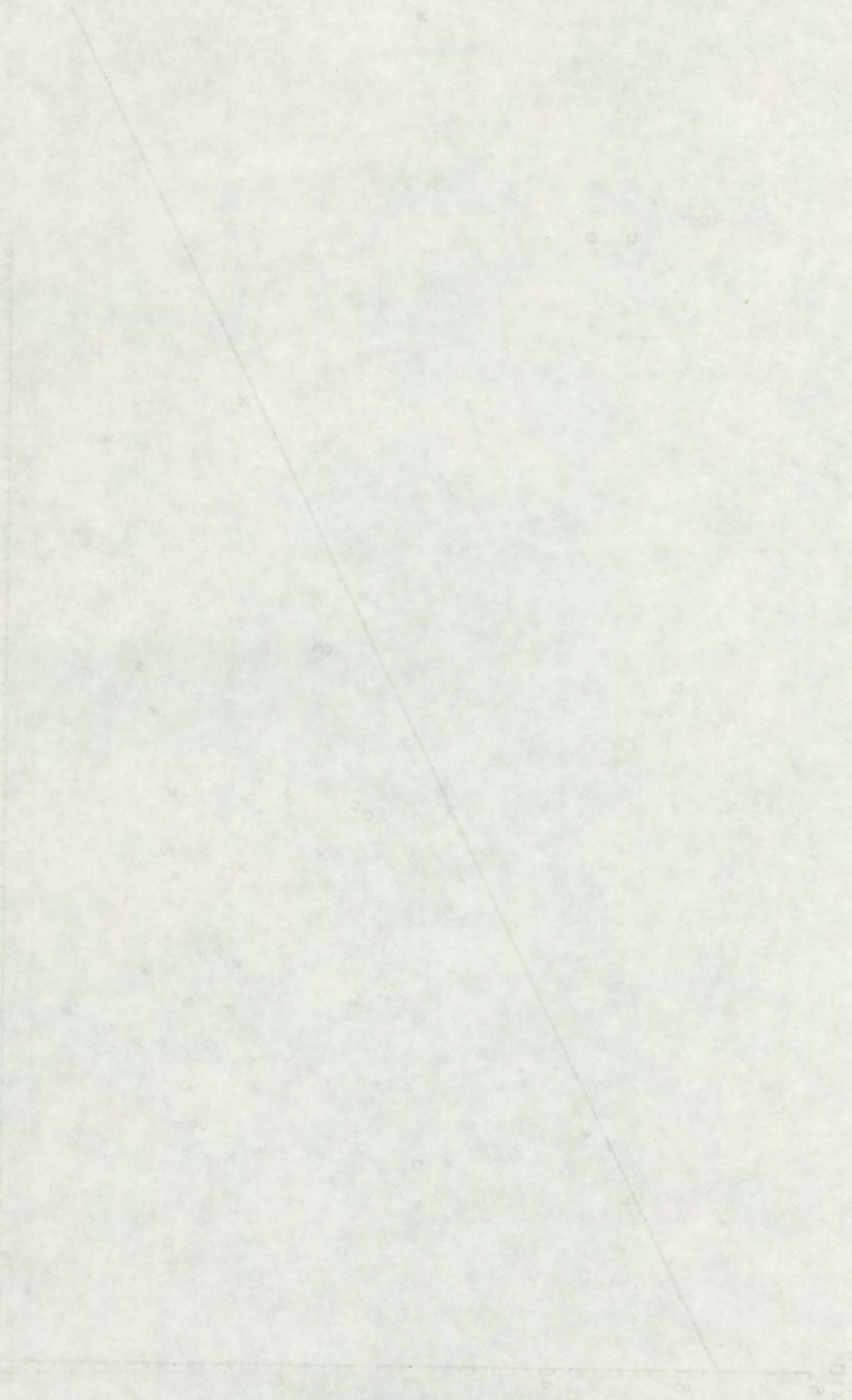


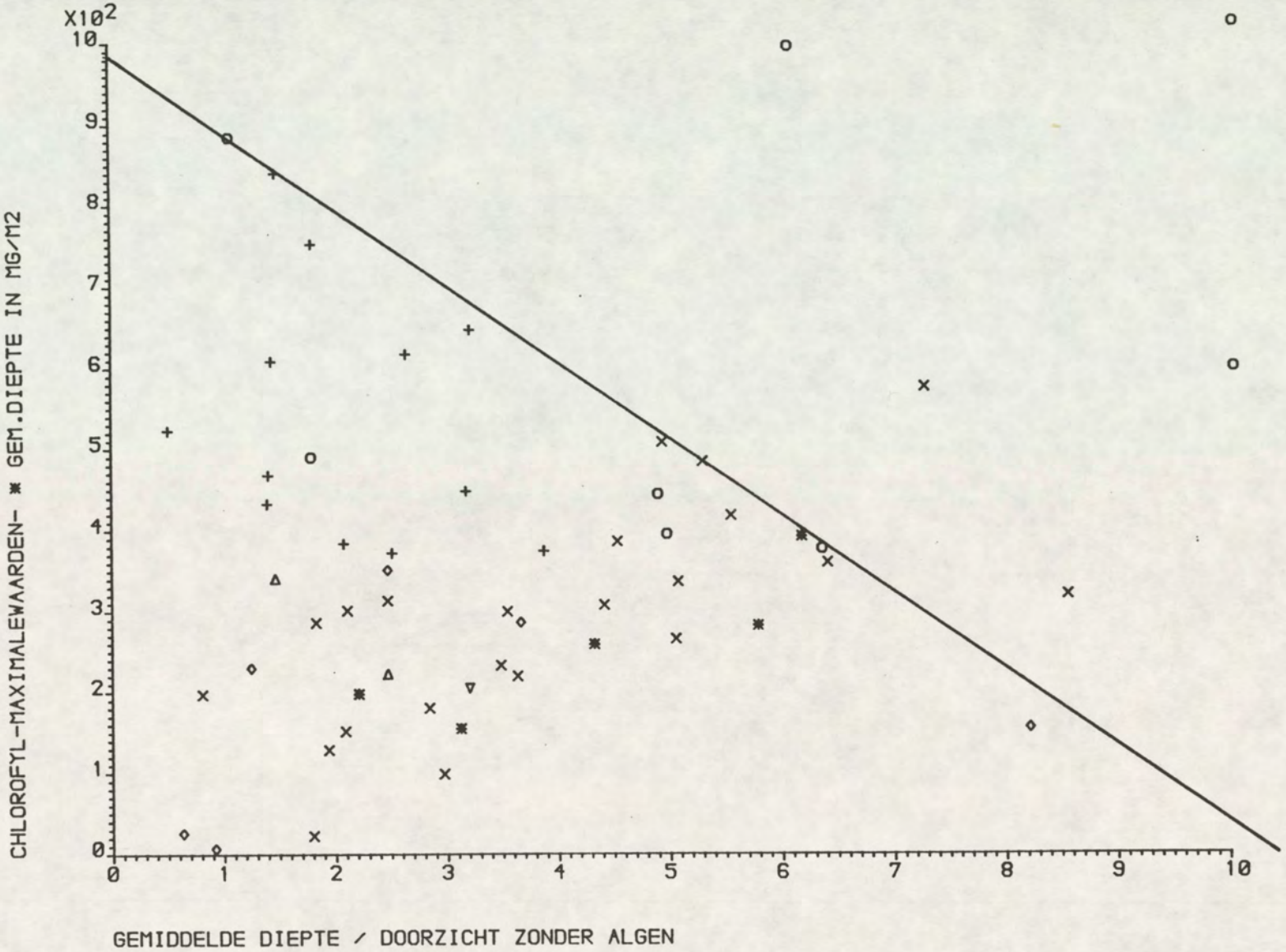
15. Korrelatiediagram totaal-N-gehalte - totaal-P-gehalte, gemiddeld voor het zomerhalfjaar.
De getrokken lijn geeft aan de relatieve behoefte voor algen aan N en P, gekorrigeerd voor 1 mg/l niet voor algen beschikbaar stikstof



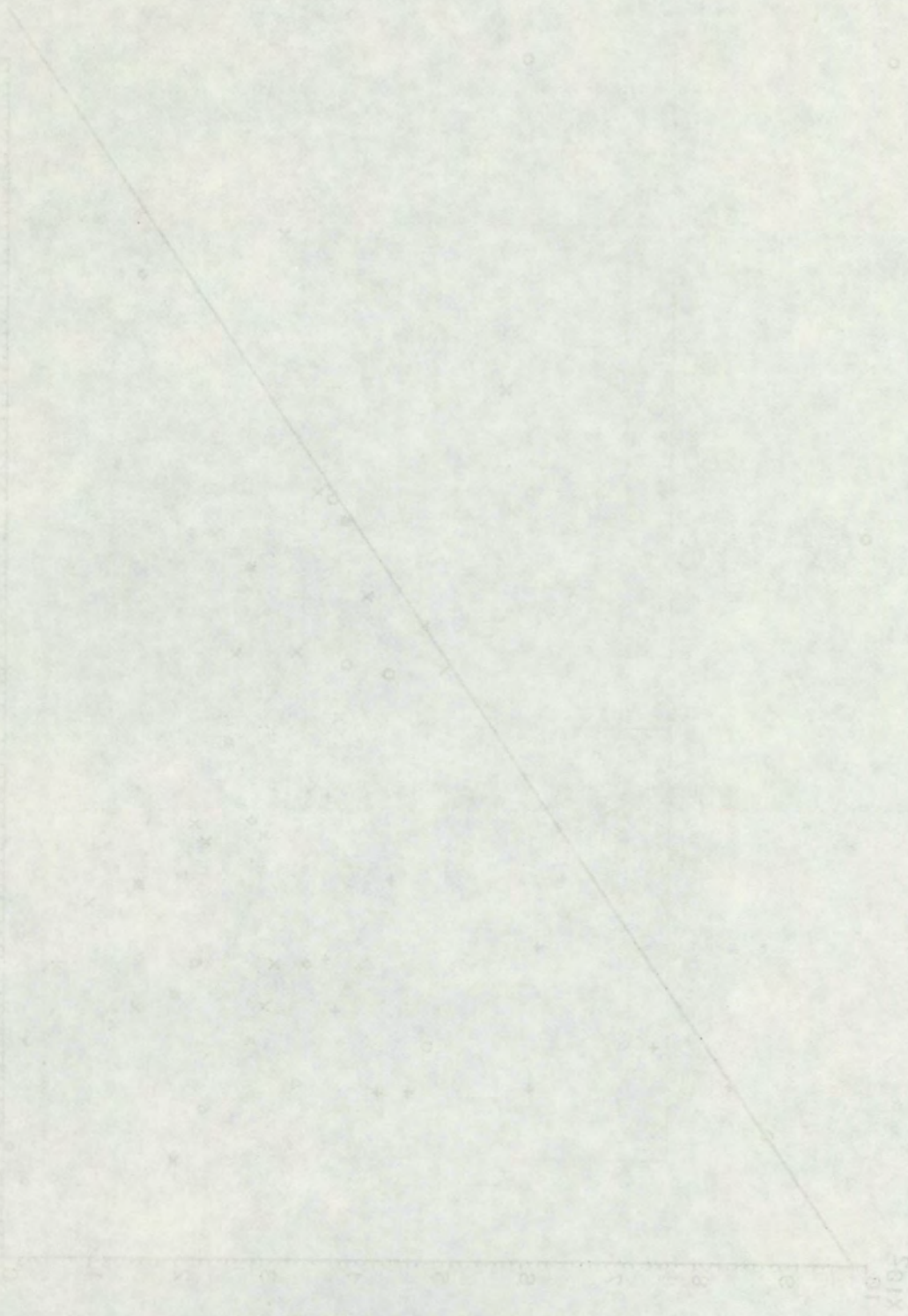


16. Korrelatiediagram chlorophylgehalte per m^2 wateroppervlak, gemiddeld voor het zomerhalfjaar - gemiddelde diepte/doorzicht zonder algen. De getrokken lijn is een benadering voor de bovengrens





17. Korrelatiediagram chlorophylgehalte per m^2 wateroppervlak, maximale waarde - gemiddelde diepte/doorzicht zonder algen. De getrokken lijn is een benadering voor de bovengrens



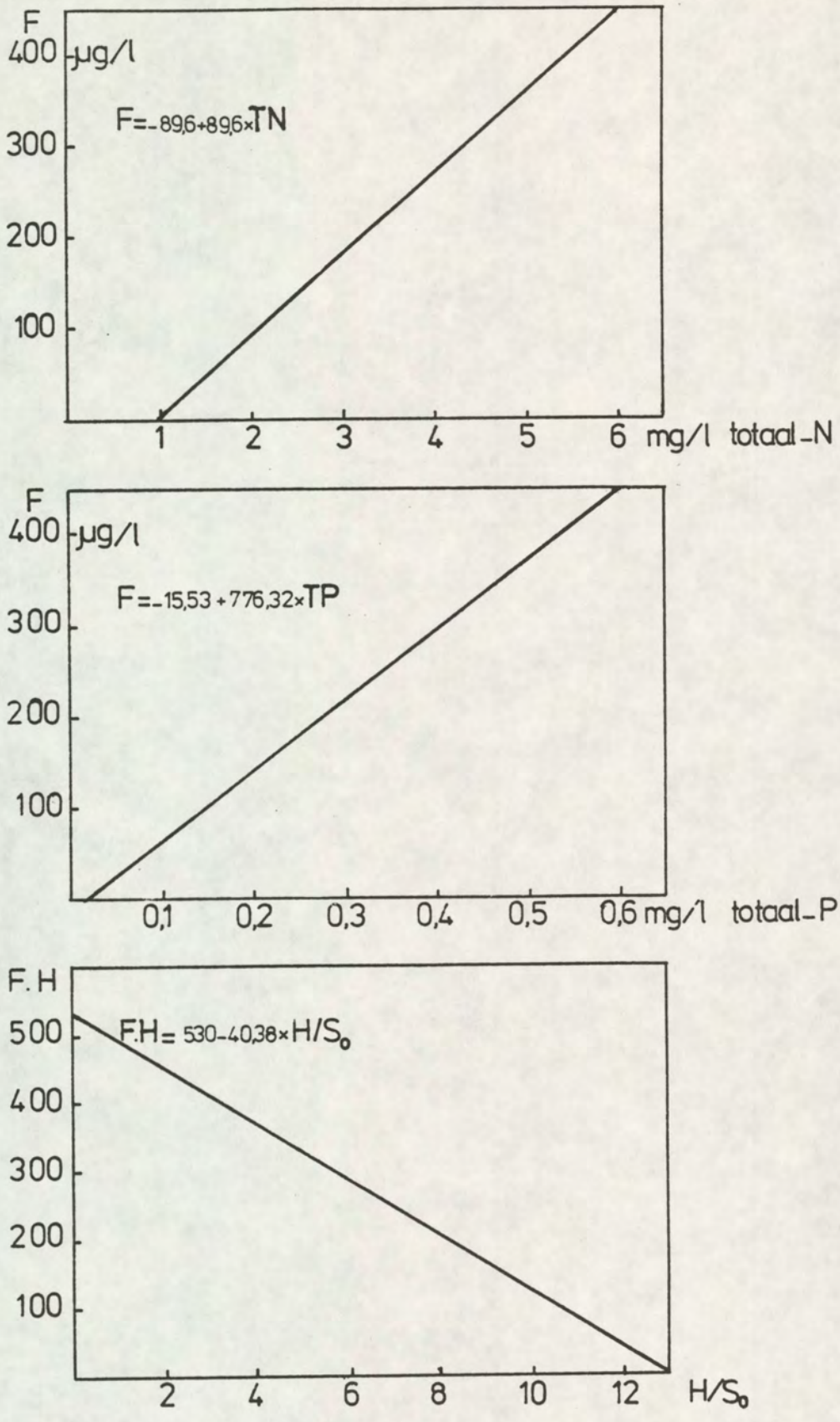
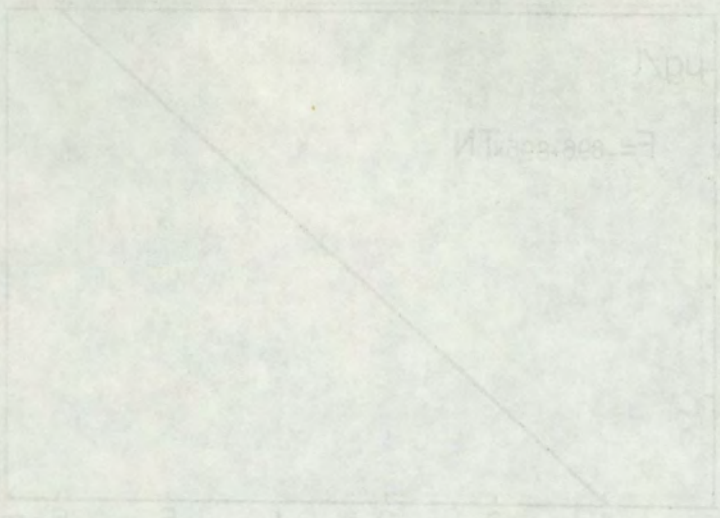


Fig.18 Model voor de berekening van het gemiddelde chlorofylgehalte in het zomerhalfjaar op basis van het gemiddelde gehalte aan totaal-N en totaal-P en $\frac{\text{waterdiepte}}{\text{doorzicht zonder algen}}$ (H/S_o)



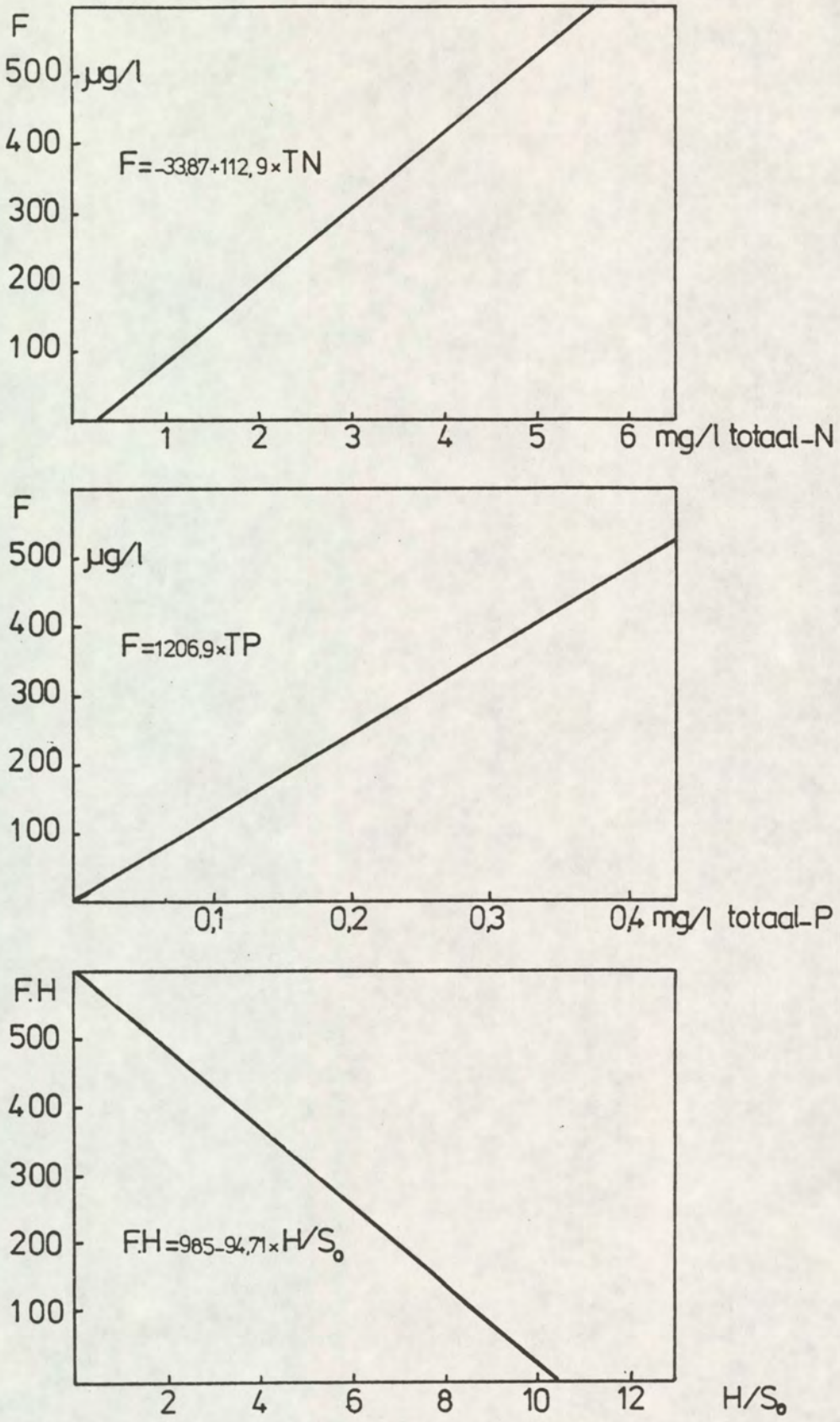
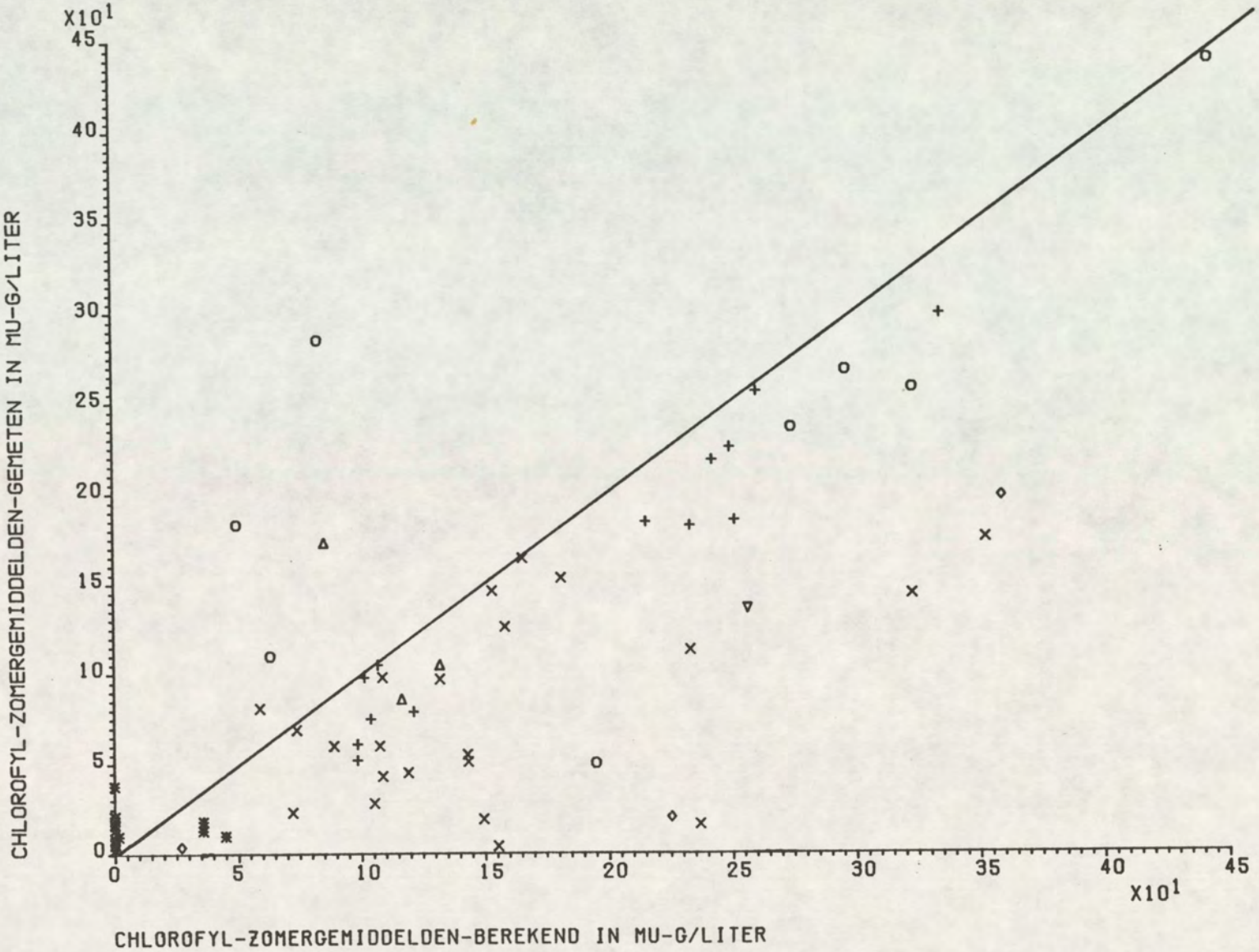
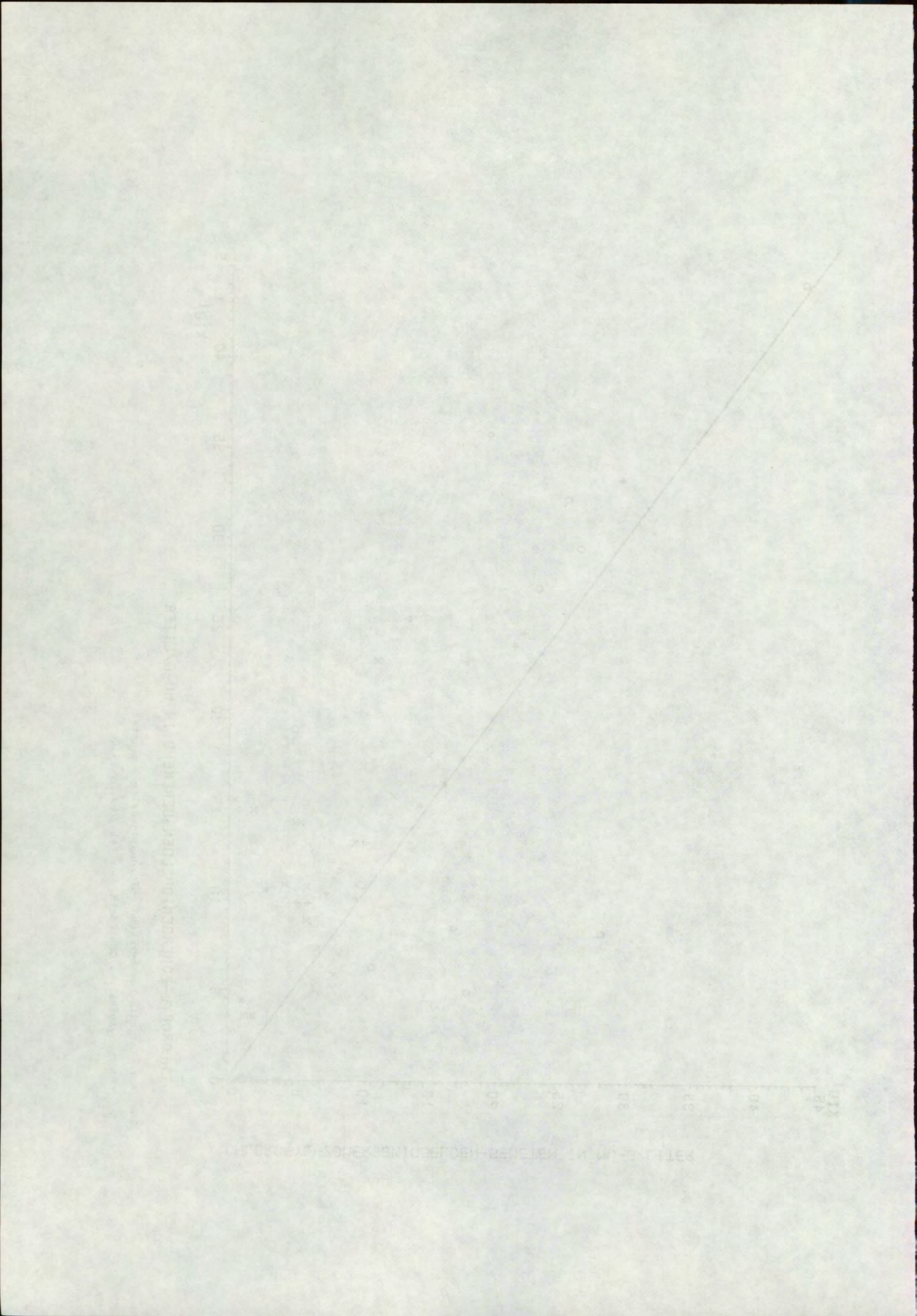
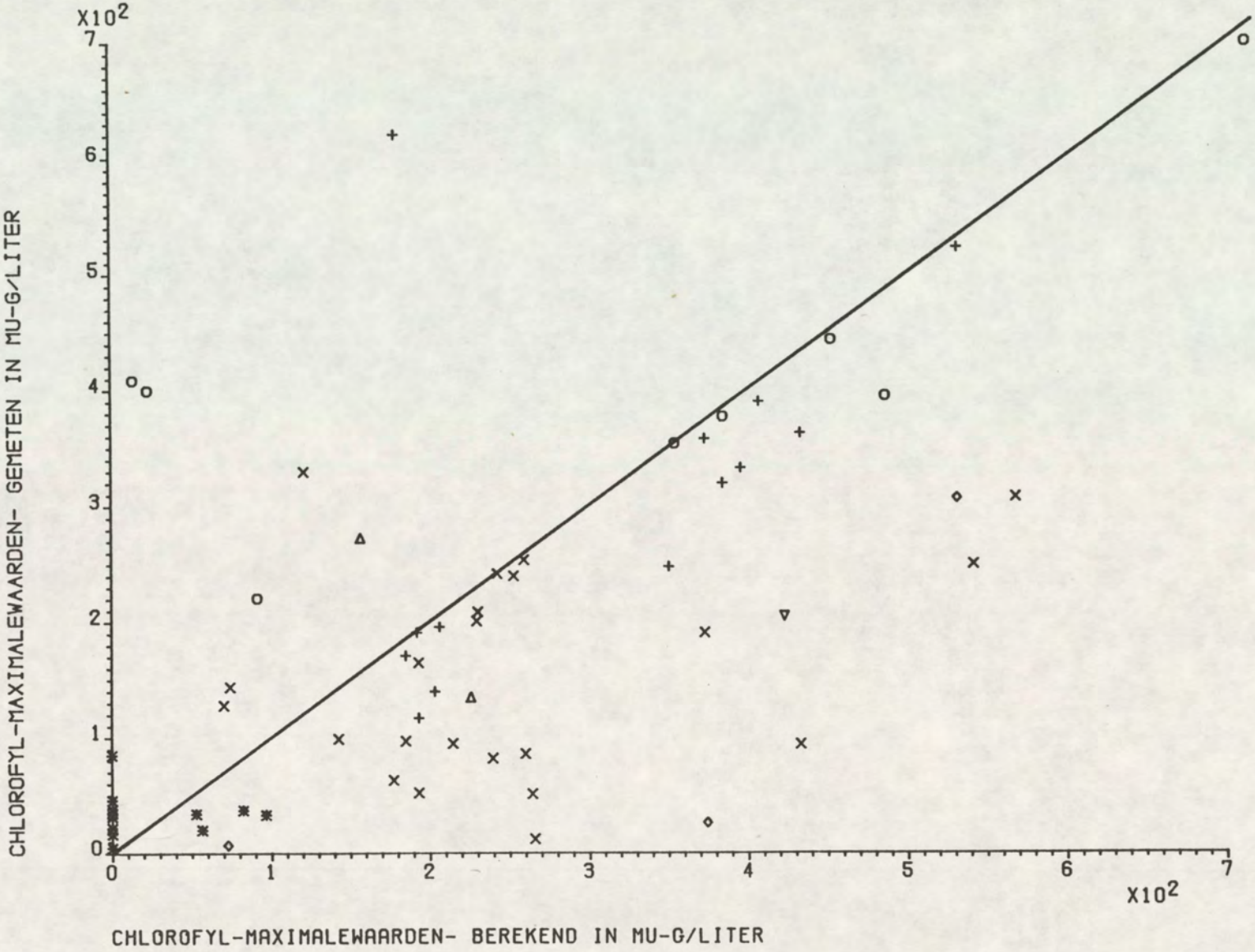


Fig.19 Model voor berekening van het maximale chlorophylgehalte in het zomerhalfjaar op basis van het gemiddelde gehalte aan totaal-N en totaal-P en $\frac{\text{waterdiepte}}{\text{doorzicht zonder algen}}$ (H/S_o)

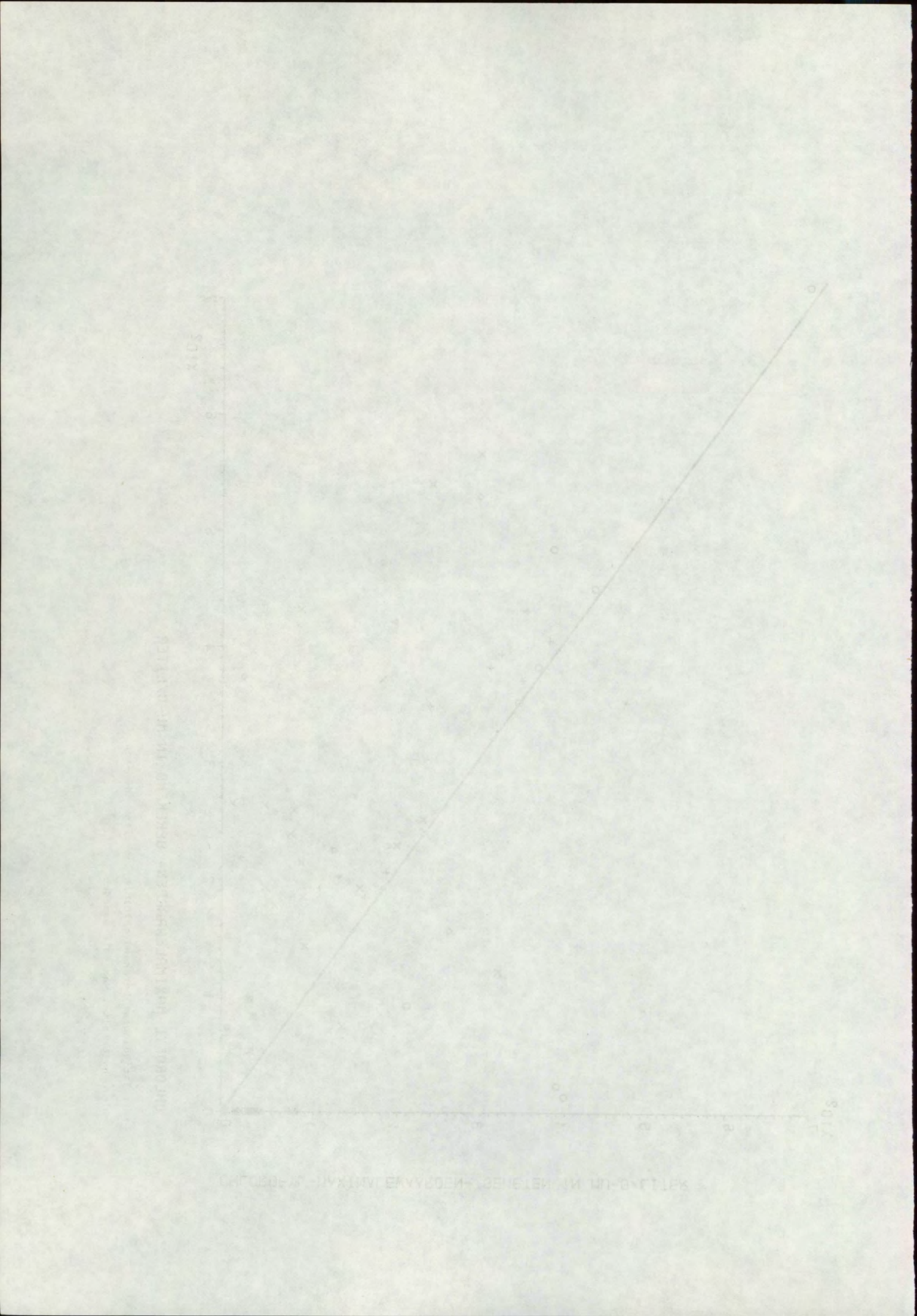


20. Korrelatiediagram berekend chlorophylgehalte - gemeten chlorophylgehalte. Gemiddeld voor het zomerhalfjaar





21. Korrelatiediagram berekend chlorophylgehalte - gemeten chlorophylgehalte. Maximale waarden



BIJLAGEN

1. Resultaten eutrofiëringsenquête. Tabellen.

2. Overzicht resultaten regressie-analyse.

3. Berekening chlorophylgehalten op basis van gegeven gehalten aan totaal-P en totaal-N en waterdiepte/doorzicht zonder algen.

3.1. Berekening gemiddelde chlorophylgehalten.

3.2. Berekening maximale chlorophylgehalten.

RESULTATEN EUTROFIERINGSENQUETE ,TABELLEN

Verklaring:

verblijftijd (jaren)	-	meervolume gedeeld door oppervlakkig uitstromend debiet
zomer, winter	-	april t/m september, oktober t/m maart
n	-	aantal waarnemingen per bemonsteringspunt
N	-	aantal waarnemingen per meer in vol jaar
gem.	-	gemiddeld, bij meerdere bemonsterings-punten per meer is rekenkundig gemiddeld

		morformetrie				bodemgesteldheid	boezem of polderwater	top. kaart nr.
		gem. diepte m.	max. diepte m.	gem. opp. $10^6 m^2$	gem. vol. $10^6 m^3$	0-5 cm. laag		
	P.W. Groningen							
1	Leekstermeer	1.25	2.5	2.0	2.5	vnl. veen	b	7c
2	Schildmeer	1.75	5	3.6	6.3	vnl. veen	b	7F
3	Zuidlaardermeer	1.00	5	6.5	6.5	vnl. zand	b	12E
	P.W. Friesland							
4	Langweerder Wielen	0.95	3.5	2.3	3.0		b	10H
5	Koevordermeer	0.55	3.5	3.7	2.2		b	10H
6	Grote Brekken	1.75	3.5	2.1	6.1		b	15E
7	Slotermeer	1.25	3.5	11.1	18.8		b	16EF
8	Fluessen	1.25	3.5	20.7	31.1		b	10HG 15E
9	Heegermeer							
10	Oude Gaaster Brekken	1.35	3.5	2.9	5.3		b	10B
11	Smalle Ee	0.65	3.5	0.51	0.41		b	11B
12	De Leyen	0.85	3.5	2.9	3.2	veen/zand/klei	b	11EB 6DG
13	Bergummermeer	1.15	3.5	4.4	5.7		b	6D
14	Princehof	1.05	3.5	4.5	5.4		b	11B
15	Peaster Ee	1.50	3.5	1.7	3.4		b	11A
16	Pikmeer	1.35	3.5	0.76	1.14		b	11A
17	Sneekermeer	1.30	3.5	9.7	17.5		b	10H 11C
18	Terkaplester Poelen	1.10	3.5	2.3	3.0		b	11C
19	Hooidammen	1.25	3.5	0.96	1.44		b	11B
20	Tjeukemeer 1)	1.65	10	21.5	35.0	vnl. veen	b	15E 16A
	Z.S. West-Overijssel							
21	Beulakker-, Belter Wijde	1.25	1.8	19.1	25.3	veen	b	21BE
	R.W.S. IJsselmeergebied							
22	IJsselmeer-noord							
23	IJsselmeer-midden	4.4	30	1180	5200	vnl. zand	b	
24	IJsselmeer-zuid							
25	Markermeer							
26	IJmeer	3.2	40	710	2270	vnl. klei	b	25EFGH
27	Gooimeer					klei/zavel/zand	b	25H 26C
28	Eemmeer-Nijkerkernauw	1.7	34	44	75	klei/zavel		26CD
29	Wolderwijd-Nuldernauw	1.5	7	26.7	39	vnl. zand	b	26DG
30	Veluwemeer					zavel/zand	b	26F 27A
31	Drontermeer	1.2	4	43	50	vnl. zand	b	27A 21C
32	Vossemeer	1.3	3.5	3.4	4.5	zand	b	21C
33	Zwarte Meer	1.0	3.5	20	20	vnl. zavel	b	21AB
34	Ketelmeer	3.3	16	30	99	zavel	b	20FH 21AC
	H.S. Uitwaterende Sluizen							
35	Amstelmeer	4.5	17	8.0	40.0	zand	b	14E
36	Alkmaardermeer	2.5	25	6.0	15.0	vnl. klei	b	19D
37	De Poel- 't Zwet-De Marken	0.7	1.5	4.8	3.0	veen	p	19D
38	Rekreatieplas Twiske	6.0	25	0.22	1.5	zand	p	25E
39	De Wielen noord	-	±20	0.12	-	zand	p	14F
40	De Wielen zuid							
41	Natuurbad Wijde Wormer	-	±20	0.03	-	zand	p	25B
	GCML-Amsterdam							
42	Kinselmeer	2.5	3.5	1.1	2.7	vnl. zavel	b	25EF
43	Barnegat	1.5	2	0.09	0.14	zavel/veen/zand	b	25F
44	Uitdammer Die	1.0	1.5	0.53	0.53	vnl. klei	b	25F
45	Holysloter Die	1.0	1.5	0.41	0.41	gemengd	b	25EF
46	Ransdorper Die	1.0	1.5	0.26	0.26	gemengd	b	25E
47	Nieuwe Meer	-	25	1.2	-	vnl. klei	b	25D
48	Sloterplas	20.5	37.5	0.90	18.0	vnl. klei	p	25D

1) gegevens van Limnologisch Insituut Oosterzee

		morformetrie				bodemgesteldheid	boezem- of polderwater	top. kaart nr.
		gem. diepte m.	max. diepte m.	gem. opp. $10^6 m^2$	gem. vol. $10^6 m^3$	0-5 cm laag		
	Z.S. Amstel- en Gooiland							
49	Zijdelmeer	0.75	1	0.20	0.15	veen	p	31B
50	Wijde Blik	30	35	3.0	90.0	vnl. zand	p	31F
51	Naardermeer	1	2	2.0	2.0	vnl. zand	p	25H
52	't Hol	1	1.5	0.25	0.25	veen	p	31F
53	Spiegelpolder	25	35	2.3	56.3	vnl. zand	p	25H
54	Wijde Gat	1.25	1.5	0.40	0.50	veen	p	31F
55	Bullewijker Plas	30	40	0.60	18.0	zand	p	25G
56	Gaasperplas	15	25	0.50	7.5	zand	p	25G
	P.W. Utrecht							
57	Loosdrechtse Plassen	1.5	2.0	18.3	27.4	vnl. zand	p	31F
58	Gr. Maarsseveense Plas	14	30	0.62	8.7	zand	p	31H
59	Vinkeveense Plassen	4.85	50	10.5	51.0	vnl. zand	p/b	31E
	H.S. Rijnland							
60	Kagerplassen	3.70	20.0	4.6	17.0	klei	b	30F
61	Braassemermeer	2.98	20.0	4.5	13.3	klei	b	31A
62	Mooie Nel-Spaarne	3.9	4.2	1.5	5.9	klei	b	25A
63	Nieuwe Meer	-	25	1.2	-	klei	b	25D
64	Westeinderplassen	2.68	3.2	9.3	24.9	klei	b	31AB
65	Langeraarse Plassen noord							
66	Langeraarse Plassen midden	2.00	2.0	1.8	3.7	klei	p	31A
67	Langeraarse Plassen zuid							
68	Nieuwk. Pl. Noordeinder							
69	Nieuwk. Pl. Zuideinder	1.50	4.8	10.9	16.4	klei	p	31B
70	Nieuwk. Pl. Wijde v.d. Vliet							
71	Reeuwijkse Plassen							
72	Sluipw. Pl. Elfhoeven	1.90	2.0	8.2	15.6	klei	p	31D 38AB
73	Sluipw. Pl. Kalverbroek							
74	Broekvelden Vettenbroek	12	25	1.3	15.6		p	31D 38AB
75	De Bijlen	20	30	0.73	14.6	klei	b	31C
	Delfland							
76	Plas Delftse Hout	-	3.5	0.22	-	klei/zand/veen	p	37E
	Schieland							
77	Rotteboezem	1.2	1.5	1.7	2.1	klei	b	30H
78	Bergse Achterplas	1.0	2.0	0.45	0.45	klei	p	37F
79	Bergse Voorplas	1.5	2.5	0.60	0.90	klei	p	37F
80	Kralingse Plas	2.5	3.0	1.2	2.9	klei	p	37F
81	Zevenhuizer Plas 1)	23.8	35	1.0	23.8	klei	p	37F
82	Weegje	2.74	3.4	0.12	0.33	klei	p	38A
	De Hoeksche Waard							
83	Binnen bedijkte Maas	4.0	18.0	1.6	6.3	klei	b	43F
	De Nederwaard							
84	De Put	8.30	10.0	0.018	0.145	klei/zand	p	38D
	De Vijfherenlanden							
85	Natuurbad Helsdingen	7.75	14	0.038	0.291	zavel/zand/klei	p	38F
86	Kruithofwiel	7	11	0.117	0.816	vnl. zavel	p	38H
	IJsselmonde							
87	Waalboezem	3.74	11.0	0.75	2.94	klei/veen/zand	b	37H 38C
	De Brielse Dijkkring							
88	Brielse Meer	5.4	15.4	4.3	23.4	klei	b	37ABD
	R.W.S. Deltagebied							
89	Westelijk Haringvliet	5.0	40.0	38	190	gemengd	b	37C 43BE
90	Grevelingen 2)	5.5	52.0	100.0	550.0	vnl. zand	b	42FA
91	Veerse Meer 2)	5.2	24.0	17.0	92.0	vnl. klei	b	48BE 42D

1) nog niet in kaart gebracht

2) stagnent brak of zout water

		verblijftijd in jaren		toevoer in tonnen P en N				afvoer in tonnen P en N			
		zomer	winter	zomer P	winter P	zomer N	winter N	zomer P	winter P	zomer N	winter N
	P.W. Groningen										
1	Leekstermeer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Schildmeer	0.30	0.086	1.8	4.15	116	468	1.55	4.15	108	402
3	Zuidlaardermeer 1)	0.095	0.067	15.7	14.5	162.6	261.8	9.9	9.5	138.3	239.4
	P.W. Friesland										
4	Langweerder Wielen										
5	Koevordermeer										
6	Grote Brekken										
7	Slotermeer										
8	Fluessen										
9	Heegermeer										
10	Oude Gaaster Brekken										
11	Smalle Ee	0.21	0.14	ca. 1200 ton P per jaar				ca. 500 ton P per jaar			
12	De Leyen										
13	Bergummermeer										
14	Princehof										
15	Peaster Ee										
16	Pikmeer										
17	Sneekermeer										
18	Terkapiester Poelen										
19	Hooidammen										
20	Tjeukemeer										
	Z.S. West-Overijssel										
21	Beulakker, Beiter Wijde										
	R.W.S.-IJsselmeergebied 2)										
22	IJsselmeer-noord	0.5	0.3	8200		84000		3400		56000	
23	IJsselmeer-midden										
24	IJsselmeer-zuid										
25	Markermeer	1-2		1600-1900		11000-16000		-	-	-	-
26	IJmeer										
27	Gooimeer	0.1-0.3		600-1300		3000-7200				-	-
28	Eemmeer-Nijkerkernauw										
29	Wolderwijd-Nuldernauw	56.4	1.71	2.8	18.1	41.5	191.9	0.48	3.3	6.7	60.4
30	Veluwemeer	0.5-1.5		160		800		40		500	
31	Drontermeer										
32	Vossemeer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Zwarte Meer	0.10-0.02		600		8000		-	-	-	-
34	Ketelmeer	0.02	0.01	7700		82000		5700		78000	
	H.S. Uitwaterende Sluizen										
35	Amstelmeer	0.3	0.2								
36	Alkmaardermeer	0.1	0.1								
37	De Poel-'t Zwet-De Marken	0.3	0.2								
38	Rekreatiepias Twiske	7	7								
39	De Wielen Noord	-	-								
40	De Wielen Zuid	-	-								
41	Natuurbad Wijde Wormer	-	-								
	GCML-Amsterdam										
42	Kinseimeer	-	-	0.85	0.60						
43	Barnegat	-	-	nihil	nihil						
44	Uitdammer Die	-	-	0.07	0.07						
45	Holysloter Die	-	-	0.24	0.24						
46	Ransdorper Die	-	-	0.29	0.29						
47	Nieuwe Meer	12	12	0.66	0.43	6.21	2.66	0.34	0.53	3.96	3.16
48	Sloterplas	40	100	1.14	0.56	2.12	0.66	0.26	0.71	0.43	0.70

1. De gegevens van het Zuidlaardermeer zijn van zomer '75, winter '75-'76

2. De gegevens van Wolderwijd-Nuldernauw hebben betrekking op het zomerhalfjaar 1978 en winterhalfjaar '77/'78 (Projektgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren)
   De gegevens van de overige wateren in het IJsselmeergebied zijn voor een hydrologisch gemiddeld jaar.

		verblijftijd in jaren		toevoer in tonnen P en N				afvoer in tonnen P en N			
		zomer	winter	zomer P	winter P	zomer N	winter N	zomer P	winter P	zomer N	winter N
	Z.S. Amstel- en Gooiland										
49	Zijdelmeer	enkele maanden									
50	Wijde Blik	vele jaren									
51	Naardermeer G.M.	vele jaren									
52	't Hol	enkele jaren									
53	Spiegelpolder	vele jaren									
54	Wijde Gat	maanden-jaar									
55	Bullewijker Plas	vele jaren									
56	Gaasperplas	vele jaren									
	P.W. Utrecht										
57	Loosdrechtse Plassen	∞	3.9	9	1.5	38	2	-	0.8	-	2.3
58	Gr.Maarsseveense Plas	14.5	6.2	-	-	-	-	0.04	0.1	0.2	0.4
59	Vinkeveense Plassen	∞	6.4	3	4.5	23	45	-	2	-	7
	H.S. Rijnland										
60	Kagerplassen	0.12	0.12	61	64	377	593	37	53	304	386
61	Braassemermeer	0.07	0.19	69	26	533	340	59	19	331	191
62	Mooie Nel-Spaarne	0.05	0.03	169	339	610	1349	114	266	432	973
63	Nieuwe Meer	0.61	1	1	2	6	9	1	1	5	3
63	Westeinderplassen	7.2	2.3	5	3	42	36	2	3	15	37
65	Langeraarse Plassen noord										
66	Langeraarse Plassen midden	13.8	3.6	1.5	1	10	7	0.2	0.5	1	3
67	Langeraarse Plassen zuid										
68	Nieuwk. Pl. Noordeinder										
69	Nieuwk. Pl. Zuideinder	10.3	4.2	5	3	32	21	0.9	1.4	9	17
70	Nieuwk. Pl. Wijde v.d. Vliet										
71	Reeuwijkse Plassen										
72	Sluipw. Pl. Elfhoeven	13.1[1]	3.4[1]	5	3	28	20	1.4	2.5	4.6	13.6
73	Sluipw. Pl. Kalverbroek										
74	Broekvelden Vettenbroek										
75	De Bijlen	3.5	8.4	8	7	36	23	-	-	-	-
	Delfland										
76	Plas Delftse Hout										
	Schieland										
77	Rottepoezem	16	16	24	27	273	154	16	21	125	197
78	Bergse Achterplas										
79	Bergse Voorplas										
80	Kralingse Plas										
81	Zevenhuizer Plas										
82	Weegje										
	De Hoeksche Waard										
83	Binnen bedijkte Maas	2.44	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-
	De Nederwaard										
84	De Put										
	De Vijfherenlanden										
85	Natuurbad Heisdingen	∞	∞	-	-	-	-	1	1	1	1
86	Kruithofwiel	22	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	IJsselmonde										
87	Waalboezem	0.59	1.11	2.14	1.58	10.54	8.61	1.10	0.48	6.16	2.74
	De Brielse Dijkkring										
88	Brielse Meer										
	R.W.S. Deltagebied										
89	Westelijk Haringvliet										
90	Grevelingen										
91	Veerse Meer										

1. Hierbij is geen rekening gehouden met grote volume voor Broekvelden-Vettenbroek

		ZUURGRAAD pH				ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE							
		zomer		winter		aantal waarnemingen gelegen in de volgende klassen[1]							
		n	gem.	n	gem.	N	I	II	III	IV	V	VI	VII
	P.W. Groningen												
1	Leekstermeer	7	8.3	6	7.9	13	-	-	5	5	3	-	-
2	Schildmeer	7	8.1	6	7.4	13	-	1	1	10	-	1	-
3	Zuidlaardermeer	7	8.7	6	7.8	13	-	1	1	7	2	2	-
	P.W. Friesland					132[2]	-	-	1	53	63	15[3]	
4	Langweerder Wielen	6	9.0	-	-								
5	Koevordermeer	6	9.1	-	-								
6	Grote Brekken	6	9.1	-	-								
7	Slotermeer	6	9.0	-	-								
8	Fluessen	6	8.9	-	-								
9	Heegermeer	6	9.0	-	-								
10	Oude Gaaster Brekken	6	9.1	-	-								
11	Smalle Ee	6	8.4	-	-								
12	De Leyen	6	9.3	-	-								
13	Bergummermeer	6	9.0	-	-								
14	Princehof	6	8.8	-	-								
15	Peaster Ee	6	8.6	-	-								
16	Pikmeer	6	8.7	-	-								
17	Sneekermeer	6	9.0	-	-								
18	Terkaplester Poelen	6	8.8	-	-								
19	Hooidammen	6	8.8	-	-								
20	Tjeukemeer	21	9.16	13	8.23								
	Z.S. West-Overijssel												
21	Beulakker, Belter Wijde	4	8.4	-	-	30	-	-	2	17	11	-	-
	R.W.S. IJsselmeergebied												
22	IJsselmeer-noord	6	8.96	4	8.14	71	-	-	-	34	29	8	-
23	IJsselmeer-midden	6	9.03	4	8.15	84	-	-	-	35	39	8	2
24	IJsselmeer-zuid	6	8.63	4	8.02	47	-	-	2	32	13	-	-
25	Markermeer	6	8.67	6	8.09	100	-	1	-	46	43	10	-
26	IJmeer	11	8.49	8	8.02	75	-	-	-	44	30	1	-
27	Gooimeer	11	9.21	6	8.29	99	-	-	2	53	41	3	-
28	Eemmeer-Nijkerkernauw	11	9.21	6	8.21	96	-	-	1	54	35	4	2
29	Wolderwijd-Nuldernauw	11	9.09	10	8.26	70	-	-	-	43	24	3	-
30	Veluwemeer	11	9.16	10	8.33	69	-	-	5	42	20	2	-
31	Drontermeer	11	9.15	12	8.24	51	-	-	6	26	15	3	1
32	Vossemeer	11	8.93	10	8.20	46	-	-	1	19	23	2	1
33	Zwarte Meer	11	8.91	10	8.02	23	-	1	3	10	6	2	1
34	Ketelmeer	12	8.17	11	7.69	90	-	6	24	44	13	2	1
	H.S. Uitwaterende Sluizen												
35	Amsteimeer	22	8.8	-	-	22	-	-	-	4	18	-	-
36	Alkmaardermeer	21	8.3	-	-	24	-	-	-	24	-	-	-
37	De Poel-'t Zwet-De Marken	12	9.3	-	-	24	1	-	-	7	7	3	6
38	Rekreatieplas Twiske	22	8.4	-	-	22	-	-	-	18	2	2	-
39	De Wielen noord	5	8.1	-	-	6	-	-	1	3	2	-	-
40	De Wielen zuid	5	8.1	-	-	6	-	-	-	4	2	-	-
41	Natuurbad Wijde Wormer	10	8.6	-	-	11	-	1	-	4	2	2	2
	GCML-Amsterdam												
42	Kinselmeer	20	8.6	8	8.4	28	-	-	1	16	8	3	-
43	Barnegat	20	8.5	8	8.2	27	-	-	2	21	3	1	-
44	Uitdammer Die	20	8.4	8	8.2	27	-	1	6	18	-	2	-
45	Holysloter Die	20	8.6	8	8.2	28	-	-	5	14	7	2	-
46	Ransdorper Die	19	8.6	8	8.2	25	-	1	4	12	7	1	-
47	Nieuwe Meer	7	8.4	7	8.1	15	-	-	2	7	5	1	-
48	Sloterplas	7	8.7	7	8.3	14	-	-	3	5	4	2	-

1. klasse: I 0- 25%
II 26- 50%
III 51- 75%
IV 76-100%
V 101-125%
VI 126-150%
VII >150%

2. deze verdeling geldt voor alle bemonsteringspunten in de Friese Meren

3. klasse VI is in dit geval: >126%

		ZUURGRAAD pH				ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE							
		zomer		winter			aantal waarnemingen gelegen in de volgende klassen[1]						
		n	gem.	n	gem.	N	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Z.S. Amstel- en Gooiland												
49	Zijdelmeer	6	8.5	6	8.1	12	-	2	2	6	2	-	-
50	Wijde Blik	6	8.6	6	8.1	12	-	-	3	8	1	-	-
51	Naardermeer G.M.	-	-	-	-	12	-	3	2	7	-	-	-
52	't Hol	5	7.8	5	8.0	10	-	1	5	4	-	-	-
53	Spiegelpolder	6	8.0	6	8.0	12	-	-	3	7	2	-	-
54	Wijde Gat	1	9.2	-	-	8	-	-	-	3	5	-	-
55	Bullewijker Plas	8	8.5	-	-	8	-	-	-	4	4	-	-
56	Gaasperplas	6	7.9	6	8.0	12	1	2	-	9	-	-	-
	P.W. Utrecht												
57	Loosdrechtse Plassen	9	8.8	-	8.6								
58	Gr. Maarsseveense Plas	4	8.4	-	8.1								
59	Vinkeveense Plassen	8	8.3	-	8.3								
	H.S. Rijnland												
60	Kagerplassen	6	8.24	6	7.87	24	1	-	4	15	2	1	1
61	Braassemermeer	6	8.12	6	7.91	24	-	-	2	19	1	1	1
62	Mooie Nel-Spaarne	6	8.20	5	7.83	21	1	-	8	6	4	1	1
63	Nieuwe Meer	6	8.07	6	7.95	23	-	2	6	13	2	-	-
64	Westeinderplassen	6	8.55	6	8.27	23	-	1	1	17	4	-	-
65	Langeraarse Plassen noord	6	8.83	4	8.25	12	-	-	3	7	1	1	-
66	Langeraarse Plassen midden	6	8.75	4	8.19	12	-	-	-	9	2	-	1
67	Langeraarse Plassen zuid	6	8.77	4	8.10	12	-	-	1	6	4	-	1
68	Nieuwk. Pl. Noordeinder	6	8.50	4	8.34	11	-	-	-	6	5	-	-
69	Nieuwk. Pl. Zuideinder	6	8.54	2	8.32	8	-	-	1	5	2	-	-
70	Nieuwk. Pl. Wijde v.d. Vliet	6	7.91	4	7.75	12	-	1	4	7	-	-	-
71	Reeuwijkse Plassen	5	8.47	2	8.25	7	-	-	-	4	2	1	-
72	Sluipw. Pl. Elfhoeven	6	8.26	4	7.96	12	-	-	-	8	3	1	-
73	Sluipw. Pl. Kalverbroek	6	8.18	4	7.82	12	-	-	1	8	3	-	-
74	Broekvelden Vettenbroek	6	7.82	3	7.30	8	-	-	1	5	2	-	-
75	De Bijlen	6	8.26	6	7.92	11	-	-	2	6	2	1	-
	Delfland												
76	Plas Delftse Hout	6	8.22	6	8.05	12	-	-	2	9	1	-	-
	Schieland												
77	Rotteboezem	6	8.35	6	7.90	24	1	1	4	6	10	1	1
78	Bergse Achterplas	6	8.24	6	7.84	12	1	3	2	3	2	1	-
79	Bergse Voorplas	6	8.70	3	8.03	9	-	-	2	2	5	-	-
80	Kralingse Plas	6	8.24	3	7.95	9	-	-	3	4	2	-	-
81	Zevenhuizer Plas	6	7.89	3	7.75	9	-	-	5	2	2	-	-
82	Weegje	6	8.47	3	7.95	9	-	-	1	7	1	-	-
	De Hoeksche Waard												
83	Binnen bedijkte Maas	5	8.09	1	7.98	24	-	1	5	14	4	-	-
	De Nederwaard												
84	De Put	6	7.81	1	7.58	12	2	2	4	3	1	-	-
	De Vijfherenlanden												
85	Natuurbad Helsdingen	6	8.10	3	7.85	9	-	-	-	6	3	-	-
86	Kruithofwiel	6	8.25	3	7.93	9	-	-	-	6	3	-	-
	IJsselmonde												
87	Waalboezem	6	8.32	1	7.67	12	-	1	3	6	2	-	-
	De Brielse Dijkkring												
88	Brielse Meer	6	8.26	1	7.96	36	-	-	7	20	8	1	-
	R.W.S. Deltagebied												
89	Westelijk Haringvliet	11	8.09	10	7.90	104	-	-	11	88	5	-	-
90	Grevelingen	16	8.19	10	8.08	175	-	-	3	167	5	-	-
91	Veerse Meer	15	8.37	7	8.04	180	-	-	12	153	11	2	2

		CHLOROPHYL (µg/l)					SECCHI-DOORZICHT (cm)			
		zomer			winter		zomer		winter	
	P.W. Groningen[1]	n	gem.	max.	n	gem.	n	gem.	n	gem.
1	Leekstermeer	-	-	-	-	-	39	25	-	-
2	Schildmeer	-	-	-	-	-	8	50	-	-
3	Zuidlaardermeer	28	136	205	10	60	8	22.5	-	-
	P.W. Friesland									
4	Langweerder Wielen						6	42	-	-
5	Koevordermeer						6	40	-	-
6	Grote Brekken						6	47	-	-
7	Slotermeer	6	105	-	-	-	6	39	-	-
8	Fluessen						6	35	-	-
9	Heegermeer						6	25	-	-
10	Oude Gaaster Brekken						6	23	-	-
11	Smalle Ee						6	37	-	-
12	De Leyen						6	26	-	-
13	Bergummermeer						6	29	-	-
14	Princehof						6	32	-	-
15	Peaster Ee						6	39	-	-
16	Pikmeer						6	39	-	-
17	Sneekermeer						6	29	-	-
18	Terkaplester Poelen						6	30	-	-
19	Hooidammen						6	38	-	-
20	Tjeukemeer	26	86	135	14	75	21	45	13	40
	Z.S. West-Overijssel									
21	Beulakker, Belter Wijde	6	173	272	?	121	6	38	-	-
	R.W.S. IJsselmeergebied									
22	IJsselmeer-noord	6	98	621	4	66	6	77	4	116
23	IJsselmeer-midden	6	105	191	4	44	6	82	4	119
24	IJsselmeer-zuid	6	75	171	4	17	6	96	4	122
25	Markermeer	6	61	117	6	36	6	58	6	55
26	IJmeer	11	52	140	8	35	11	70	8	79
27	Gooimeer	11	182	358	6	91	11	42	6	49
28	Eemmeer-Nijkerkernauw	11	225	363	6	90	11	29	6	36
29	Wolderwijd-Nuldernauw	11	184	248	10	112	11	31	10	47
30	Veluwemeer	11	218	320	10	187	11	28	10	34
31	Drontermeer	11	256	390	12	183	11	30	12	40
32	Vossemeer	11	185	333	10	143	11	38	10	53
33	Zwarte Meer	11	299	523	10	71	11	33	10	57
34	Ketelmeer	12	79	196	11	18	12	61	11	53
	H.S. Uitwaterende Sluizen									
35	Amstelmeer	11	110	221	-	-	22	44	-	-
36	Alkmaardermeer	11	50	354	-	-	24	118	-	-
37	De Poel-'t Zwet-De Marken	11	439	700	-	-	12	16	-	-
38	Rekreatieplas Twiske	10	10	33	-	-	22	221	-	-
39	De Wielen noord	6	20	51	-	-	5	40-100	-	-
40	De Wielen zuid	6	28	40	-	-	5	40-100	-	-
41	Natuurbad Wijde Wormer	10	261	624	-	-	5	25	-	-
	GCML-Amsterdam									
42	Kinselmeer	19	183	408	9	156	20	18	8	29
43	Barnegat	20	285	400	9	209	20	11	8	23
44	Uitdammer Die	19	236	377	9	197	20	12	8	22
45	Holysloter Die	19	268	444	9	172	20	14	8	27
46	Ransdorper Die	19	258	395	9	172	19	14	8	28
47	Nieuwe Meer	5	38	85	-	-	7	43	7	128
48	Sloterplas	6	21	32	-	-	7	107	7	146

1. Het doorzicht van het Zuidlaardermeer, Schildmeer en Leekstermeer heeft betrekking op het zomerhalfjaar 1976.
De chlorophylgehalten van het Zuidlaardermeer hebben betrekking op zomerhalfjaar 1975 en winterhalfjaar 1975/'76.

		CHLOROPHYL (µg/l)					SECCHI-DOORZICHT (cm)			
		zomer			winter		zomer		winter	
		n	gem.	max.	n	gem.	n	gem.	n	gem.
	Z.S. Amstel- en Gooiland									
49	Zijdelmeer	5	198	307	-	-	6	30 [1]	3	65 [1]
50	Wijde Blik	5	17	38	-	-	6	135 [1]	3	125 [1]
51	Naardermeer G.M.	5	4	7	-	-	6	105 [1]	3	100 [1]
52	't Hol	5	20	26	2	44	4	125 [1]	-	-
53	Spiegelpolder	5	9	17	-	-	6	80 [1]	3	60
54	Wijde Gat	6	240	281	-	-	6	25	-	-
55	Bullewijker Plas	7	10	22	-	-	7	207	-	-
56	Gaasperplas	5	3	5	-	-	6	100	3	80
	P.W. Utrecht									
57	Loosdrechtse Plassen	9	106	191	-	-	9	30	10	40
58	Gr. Maarsseveense Plas	4	7	28	1	2	4	>200	5	>200
59	Vinkeveense Plassen	4	15	32	-	-	8	55	6	55
	H.S. Rijnland									
60	Kagerplassen	6	28	63	2	5	6	85	3	124
61	Braassemermeer	6	19	51	2	4	6	116	3	162
62	Mooie Nel-Spaarne	6	60	99	2	14	5	60	1	100
63	Nieuwe Meer	6	16	94	2	6	6	192	3	94
64	Westeinderplassen	6	55	82	2	30	6	55	1	60
65	Langeraarse Plassen noord	6	126	242	1	234	6	27	1	30
66	Langeraarse Plassen midden	6	164	254	1	150	5	26	1	30
67	Langeraarse Plassen zuid	6	146	209	1	94	6	25	1	40
68	Nieuwk. Pl. Noordeinder	6	97	201	1	87	6	45	1	50
69	Nieuwk. Pl. Zuideinder	6	113	191	1	77	6	46	1	75
70	Nieuwk. Pl. Wijde v.d. Vliet	6	51	86	1	31	6	58	1	70
71	Reeuwijkse Plassen	4	98	165	1	70	5	47	1	65
72	Sluipw. Pl. Elfhoeven	6	60	95	1	68	6	50	1	75
73	Sluipw. Pl. Kalverbroek	6	43	52	1	50	6	52	1	70
74	Broekvelden Vettenbroek	6	4	12	1	1	6	102	1	15
75	De Bijlen	2	21	35	1	0	1	100	-	-
	Delfland									
76	Plas Delftse Hout	6	22	54	1	5	6	38	1	75
	Schieland									
77	Rotteboezem	6	144	250	1	36	6	24	1	25
78	Bergse Achterplas	6	175	308	1	93	6	17	1	35
79	Bergse Voorplas	6	153	240	1	38	6	18	1	30
80	Kralingse Plas	6	69	128	1	57	6	25	1	40
81	Zevenhuizer Plas	6	14	46	1	15	6	42	1	40
82	Weegje	5	45	97	1	25	5	45	1	35
	De Hoeksche Waard									
83	Binnen bedijkte Maas	5	81	144	1	59	5	40	1	65
	De Nederwaard									
84	De Put	6	13	34	1	12	6	124	1	75
	De Vijfherenlanden									
85	Natuurbad Helsdingen	6	6	20	1	10	6	221	1	250
86	Kruithofwiel	6	18	37	1	15	6	130	1	125
	IJsselmonde									
87	Waalboezem									
	De Brielse Dijkkring									
88	Brielse Meer	6	23	330	1	14	6	119	1	130
	R.W.S. Deltagebied									
89	Westelijk Haringvliet	12	30.1	68	10	7				
90	Grevelingen									
91	Veerse Meer									

1. doorzicht tot op de bodem

		PO_4-P (mg/l)				totaal-P (mg/l)			
		zomer		winter		zomer		winter	
		n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.
	P.W. Groningen								
1	Leekstermeer	7	0.3	6	0.2	7	0.8	6	0.5
2	Schildmeer	7	0.03	6	0.05	7	0.15	6	0.11
3	Zuidlaardermeer	6	0.07	6	0.04	7	0.35	6	0.19
	P.W. Friesland								
4	Langweerder Wielen	6	0.006	-	-	6	0.21	-	-
5	Koevordermeer	6	0.005	-	-	6	0.17	-	-
6	Grote Brekken	6	0.007	-	-	6	0.17	-	-
7	Slotermeer	6	0.002	-	-	6	0.19	-	-
8	Fluessen	6	0.005	-	-	6	0.28	-	-
9	Heegermeer	6	0.02	-	-	6	0.25	-	-
10	Oude Gaaster Brekken	6	0.01	-	-	6	0.35	-	-
11	Smalle Ee	6	0.00	-	-	6	0.25	-	-
12	De Leyen	6	0.27	-	-	6	0.58	-	-
13	Bergummermeer	6	0.04	-	-	6	0.26	-	-
14	Princehof	6	0.00	-	-	6	0.21	-	-
15	Peaster Ee	6	0.015	-	-	6	0.23	-	-
16	Pikmeer	6	0.00	-	-	6	0.19	-	-
17	Sneekermeer	6	0.004	-	-	6	0.17	-	-
18	Terkaplester Poelen	6	0.01	-	-	6	0.20	-	-
19	Hooidammen	6	0.00	-	-	6	0.21	-	-
20	Tjeukemeer	7	0.08	6	0.08	7	0.196	6	0.226
	Z.S. West-Overijssel								
21	Beulakker, Belter Wijde	-	-	-	-	4	0.13	2	0.11
	R.W.S. IJsselmeergebied								
22	IJsselmeer-noord	6	0.06	4	0.09	6	0.22	4	0.19
23	IJsselmeer-midden	6	0.09	4	0.15	6	0.24	4	0.25
24	IJsselmeer-zuid	6	0.18	4	0.23	6	0.33	4	0.35
25	Markermeer	6	0.03	4	0.04	6	0.17	4	0.18
26	IJmeer	11	0.11	8	0.12	11	0.20	8	0.21
27	Gooimeer	11	0.48	6	0.56	11	0.72	6	0.70
28	Eemmeer-Nijkerkernauw	11	0.67	6	0.68	11	1.01	6	0.93
29	Wolderwijd-Nuldernauw	11	0.08	10	0.01	11	0.30	10	0.17
30	Veluwemeer	11	0.12	10	0.03	11	0.42	10	0.29
31	Drontermeer	11	0.12	12	0.02	11	0.41	12	0.23
32	Vossemeer	11	0.13	10	0.12	11	0.40	-	-
33	Zwarte Meer	11	0.12	10	0.19	11	0.45	10	0.46
34	Ketelmeer	12	0.27	11	0.39	12	0.52	11	0.64
	H.S. Uitwaterende Sluizen								
35	Amstelmeer	9	0.20	-	-	4	0.33	-	-
36	Alkmaardermeer	10	0.26	-	-	4	0.40	-	-
37	De Poel-'t Zwet-De Marken	10	<0.03	-	-	4	0.59	-	-
38	Rekreatieplas Twiske	9	0.0	-	-	4	0.08	-	-
39	De Wielen noord	6	0.0	-	-	2	0.05	-	-
40	De Wielen zuid	6	0.0	-	-	2	0.10	-	-
41	Natuurbad Wijde Wormer	10	0.33	-	-	6	0.63	-	-
	GCML-Amsterdam								
42	Kinselmeer	10	0.06	9	0.02	10	0.45	9	0.33
43	Barnegat	10	0.05	10	0.02	10	0.71	10	0.39
44	Uitdammer Die	10	0.03	10	0.03	10	0.65	10	0.40
45	Holysloter Die	10	0.05	9	0.06	10	0.68	9	0.43
46	Ransdorper Die	10	0.04	9	0.07	9	0.65	9	0.42
47	Nieuwe Meer	3	0.29	3	0.38	3	0.40	3	0.48
48	Sloterplas	4	0.87	3	1.12	4	1.13	3	1.24

		PO_4-P (mg/l)				totaal-P (mg/l)			
		zomer		winter		zomer		winter	
		n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.
	Z.S. Amstel- en Gooiland								
49	Zijdelmeer	6	0.138	6	0.298	6	0.593	5	0.460
50	Wijde Blik	6	0.141	6	0.135	6	0.176	6	0.180
51	Naardermeer G.M.	6	0.028	6	0.048	6	0.055	6	0.072
52	't Hol	5	0.106	5	0.052	5	0.312	5	0.116
53	Spiegelpolder	6	0.020	6	0.295	6	0.051	6	0.413
54	Wijde Gat	-	-	-	-	-	-	-	-
55	Bullewijker Plas	8	0.015	-	-	8	0.046	-	-
56	Gaasperplas	6	0.073	6	0.040	6	0.125	5	0.082
	P.W. Utrecht								
57	Loosdrechtse Plassen	9	0.02	-	0.02	9	0.21	-	0.23
58	Gr. Maarsseveense Plas	4	0.01	-	0.02	4	0.14	-	0.14
59	Vinkeveense Plassen	8	0.07	-	0.09	8	0.17	-	0.21
	H.S. Rijnland								
60	Kagerplassen	6	0.39	6	0.64	6	0.49	6	0.69
61	Braassemermeer	6	0.35	6	0.54	6	0.45	6	0.63
62	Mooie Nel-Spaarne	6	1.67	5	1.54	6	1.96	5	1.88
63	Nieuwe Meer	6	0.37	6	0.41	6	0.41	6	0.50
64	Westeinderplassen	6	0.14	6	0.22	6	0.30	6	0.35
65	Langeraarse Plassen noord	6	0.28	3	0.37	6	0.73	3	0.62
66	Langeraarse Plassen midden	6	0.29	3	0.33	6	0.62	3	0.60
67	Langeraarse Plassen zuid	6	0.43	3	0.37	6	0.72	4	0.67
68	Nieuwk. Pl. Noordeinder	6	0.05	3	0.10	6	0.19	4	0.22
69	Nieuwk. Pl. Zuideinder	6	0.15	2	0.10	6	0.55	2	0.35
70	Nieuwk. Pl. Wijde v.d. Vliet	6	0.10	3	0.13	6	0.24	4	0.13
71	Reeuwijkse Plassen	5	0.04	2	0.10	5	0.16	2	0.20
72	Sluipw. Pl. Elfhoeven	6	0.11	3	0.10	6	0.26	4	0.15
73	Sluipw. Pl. Kalverbroek	6	0.05	3	0.10	6	0.16	4	0.13
74	Broekvelden Vettenbroek	6	0.11	2	0.10	6	0.22	2	0.20
75	De Bijlen	6	1.06	3	1.13	6	1.29	6	0.98
	Delfland								
76	Plas Delftse Hout	6	0.09	1	0.10	6	0.16	1	0.12
	Schieland								
77	Rotteboezem	6	0.27	6	0.28	6	0.60	6	0.54
78	Bergse Achterplas	6	1.09	6	3.05	6	2.15	6	3.48
79	Bergse Voorplas	6	0.63	3	1.43	6	1.20	3	1.63
80	Kralingse Plas	6	0.13	3	0.10	6	0.33	3	0.37
81	Zevenhuizer Plas	6	0.12	3	0.13	6	0.21	3	0.17
82	Weegje	5	1.16	3	0.97	5	1.44	3	1.13
	De Hoeksche Waard								
83	Binnen bedijkte Maas	5	0.13	1	0.14	5	0.29	1	0.18
	De Nederwaard								
84	De Put	6	0.09	1	0.12	6	0.12	1	0.13
	De Vijfherenlanden								
85	Natuurbad Helsdingen	6	0.05	3	0.13	6	0.06	3	0.13
86	Kruithofwiel	6	0.07	3	0.07	6	0.15	3	0.17
	IJsselmonde								
87	Waalboezem	6	0.18	1	0.23	6	0.50	1	0.40
	De Brielse Dijkkring								
88	Brielse Meer	6	0.21	1	0.29	6	0.32	1	0.39
	R.W.S. Deltagebied								
89	Westelijk Haringvliet	11	0.26	10	0.30	11	0.36	10	0.38
90	Grevelingen	16	0.36	6	0.50	16	0.41	2	0.55[1)]
91	Veerse Meer	15	0.39	4	0.61	7	0.41	1	0.63[1)]

1. De wintergemiddelden zijn berekend over het 4e kwartaal '76.

		NH_4-N (mg/l)				NO_3-N (mg/l)				Kjeldahl-N (mg/l)				totaal-N (mg/l)			
		zomer		winter		zomer		winter		zomer		winter		zomer		winter	
	P.W. Groningen	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.
1	Leekstermeer	7	0.2	6	0.8	7	1.8	6	4.3	7	4.0	6	3.4	7	5.8	6	7.7
2	Schildmeer	7	0.4	6	2	7	3.6	6	6.7	7	2.4	6	3.1	7	6.0	6	9.8
3	Zuidlaardermeer	6	0.13	6	0.6	6	0.4	6	0.96	6	3.9	6	2.3	6	4.3	6	2.3
	P.W. Friesland																
4	Langweerder Wielen	6	0	-	-	6	0.5	-	-	6	3.4	-	-	6	3.9	-	-
5	Koevordermeer	6	0	-	-	6	0.7	-	-	6	2.8	-	-	6	3.5	-	-
6	Grote Brekken	6	0	-	-	6	1.0	-	-	6	2.6	-	-	6	3.6	-	-
7	Slotermeer	6	0	-	-	6	0.2	-	-	6	3.2	-	-	6	3.4	-	-
8	Fluessen	6	0	-	-	6	0.3	-	-	6	3.9	-	-	6	4.2	-	-
9	Heegermeer	6	0	-	-	6	0.3	-	-	6	3.9	-	-	6	4.2	-	-
10	Oude Gaaster Brekken	6	0	-	-	6	0.5	-	-	6	5.2	-	-	6	5.7	-	-
11	Smalle Ee	6	0.1	-	-	6	1.0	-	-	6	3.3	-	-	6	4.3	-	-
12	De Leyen	6	0	-	-	6	1.4	-	-	6	4.3	-	-	6	5.7	-	-
13	Bergummermeer	6	0	-	-	6	0.8	-	-	6	3.2	-	-	6	4.0	-	-
14	Princehof	6	0	-	-	6	0.5	-	-	6	3.3	-	-	6	3.8	-	-
15	Peaster Ee	6	0	-	-	6	0.6	-	-	6	3.1	-	-	6	3.7	-	-
16	Pikmeer	6	0	-	-	6	0.4	-	-	6	3.1	-	-	6	3.5	-	-
17	Sneekermeer	6	0	-	-	6	0.3	-	-	6	2.9	-	-	6	3.2	-	-
18	Terkaplester Poelen	6	0	-	-	6	0.4	-	-	6	3.2	-	-	6	3.6	-	-
19	Hooidammen	6	0	-	-	6	0.6	-	-	6	3.2	-	-	6	3.8	-	-
20	Tjeukemeer	7	0.176	6	0.707	7	0.638	6	2.22	7	1.518	6	1.722	7	2.3	6	4.0
	Z.S. West-Overijssel																
21	Beulakker, Belter Wijde	4	0.2	2	0.3	4	<0.1	2	0.7	4	3.1	2	2.8	4	3.2	2	3.5
	R.W.S. IJsselmeergebied																
22	IJsselmeer-noord	6	0.25	4	0.44	6	1.89	4	1.81	6	1.66	4	1.79	6	3.6	4	3.6
23	IJsselmeer-midden	6	0.05	4	0.60	6	2.08	4	2.91	6	1.54	4	1.91	6	3.6	4	4.8
24	IJsselmeer-zuid	6	0.17	4	1.12	6	2.77	4	3.17	6	1.46	4	2.42	6	4.2	4	5.6
25	Markermeer	6	0.06	4	0.12	6	0.56	4	0.72	6	1.56	4	1.50	6	2.1	4	2.2
26	IJmeer	11	0.11	8	0.37	11	0.70	8	1.13	11	1.41	8	1.37	11	2.1	8	2.5
27	Gooimeer	11	0.16	6	0.79	11	0.89	6	2.16	11	2.71	6	2.50	11	3.6	6	4.7
28	Eemmeer-Nijkerkernauw	11	0.09	6	1.02	11	0.93	6	2.33	11	3.28	6	2.91	11	4.2	6	5.2
29	Wolderwijd-Nuldernauw	11	0.05	10	0.18	11	0.13	10	0.30	11	3.25	10	2.54	11	3.4	10	2.8
30	Veluwemeer	11	0.05	10	0.27	11	0.02	10	0.39	11	3.71	10	3.45	11	3.7	10	3.8
31	Drontermeer	11	0.05	12	0.26	11	0.12	12	0.73	11	3.77	12	3.46	11	3.9	12	4.2
32	Vossemeer	11	0.075	10	0.75	11	1.21	10	2.08	11	2.55	10	2.94	11	3.8	10	5.0
33	Zwarte Meer	11	0.24	10	2.10	11	1.59	10	2.88	11	3.37	10	3.55	11	5.0	10	6.4
34	Ketelmeer	12	0.38	11	1.80	12	3.31	11	4.21	12	1.66	11	2.87	12	5.1	11	7.1
	H.S. Uitwaterende Sluizen																
35	Amstelmeer	9	<0.1	-	-	9	0.6	-	-	4	2.3	-	-	4	2.9	-	-
36	Alkmaardermeer	10	0.1	-	-	10	0.9	-	-	4	2.6	-	-	4	3.5	-	-
37	De Poel- 't Zwet-De Marken	10	<0.1	-	-	10	<0.1	-	-	4	7.1	-	-	4	7.2	-	-
38	Rekreatieplas Twiske	9	<0.1	-	-	9	0.2	-	-	3	1.3	-	-	3	1.5	-	-
39	De Wielen noord	6	0.1	-	-	6	0.3	-	-	2	1.4	-	-	2	1.7	-	-
40	De Wielen zuid	6	<0.1	-	-	6	0.3	-	-	2	1.6	-	-	2	1.9	-	-
41	Natuurbad Wijde Wormer	10	<0.1	-	-	10	0.2	-	-	6	3.8	-	-	6	4.0	-	-
	GCML-Amsterdam																
42	Kinselmeer	10	0.29	9	0.24	5	0.18	4	0.32	17	3.24	-	-	5	3.4	-	-
43	Barnegat	10	0.22	10	0.24	5	0.27	4	0.39	18	4.48	-	-	5	4.7	-	-
44	Uitdammer Die	10	0.30	10	0.31	5	0.25	4	0.38	18	4.23	-	-	5	4.5	-	-
45	Holysloter Die	10	0.28	9	0.47	5	0.23	4	0.89	18	4.06	-	-	5	4.3	-	-
46	Ransdorper Die	10	0.23	8	0.62	5	0.22	4	1.03	17	4.35	-	-	5	4.6	-	-
47	Nieuwe Meer	3	0.35	3	0.30	3	2.21	3	2.24	6	2.50	-	-	3	4.7	-	-
48	Sloterplas	4	0.22	3	0.30	4	0.45	3	0.69	6	1.41	-	-	4	1.9	-	-

		NH_4-N (mg/l)				NO_3-N (mg/l)				Kjeldahl-N (mg/l)				totaal-N (mg/l)			
		zomer		winter		zomer		winter		zomer		winter		zomer		winter	
		n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.
	Z.S. Amstel- en Gooiland																
49	Zijdelmeer	6	0.10	6	0.767	6	0.467	6	2.453	6	4.50	6	3.733	6	5.0	6	6.2
50	Wijde Blik	6	0.090	6	0.113	6	0.550	6	0.781	6	0.80	6	1.167	6	1.4	6	1.9
51	Naardermeer G.M.	6	0.090	6	0.185	6	0.116	6	0.241	6	1.216	6	2.433	6	1.3	6	2.7
52	't Hol	5	0.244	5	1.326	5	0.196	5	0.080	5	3.520	5	2.720	6	3.7	5	2.8
53	Spiegelpolder	6	0.101	6	0.278	6	1.833	6	1.483	6	0.750	6	1.733	6	2.6	6	3.2
54	Wijde Gat	8	0.072	-	-	3	0.166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	Bullewijker Plas	8	0.048	-	-	9	1.722	-	-	9	1.267	-	-	9	3.0	-	-
56	Gaasperplas	6	0.123	5	0.620	6	3.767	6	2.638	6	1.250	6	1.410	6	5.0	6	4.0
	P.W. Utrecht																
57	Loosdrechtse Plassen	6	0.61	-	0.66	6	0.09	-	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-
58	Gr. Maarsseveense Plas	4	0.55	-	0.29	4	0.31	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-
59	Vinkeveense Plassen	8	0.96	-	1.05	8	0.48	-	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-
	H.S. Rijnland																
60	Kagerplassen	6	0.2	6	0.6	6	2.47	6	4.00	6	2.0	6	1.9	6	4.5	6	5.9
61	Braassemermeer	6	0.2	6	0.9	6	3.48	6	3.86	6	1.6	6	1.9	6	5.1	6	5.8
62	Mooie Nel-Spaarne	6	0.7	5	2.6	6	3.59	5	4.51	6	3.8	5	6.0	6	7.4	5	10.5
63	Nieuwe Meer	6	0.3	6	0.2	6	2.68	6	2.53	6	1.6	6	1.5	6	4.3	6	4.0
64	Westeinderplassen	6	0.2	6	0.2	6	0.36	6	1.18	6	2.4	6	2.0	6	2.8	6	3.2
65	Langeraarse Plassen noord	6	0.1	4	0.8	6	0.07	4	1.02	6	4.8	4	4.4	6	4.9	4	5.4
66	Langeraarse Plassen midden	6	0.2	4	0.7	6	0.04	4	1.17	6	4.9	4	4.3	6	4.9	4	5.5
67	Langeraarse Plassen zuid	6	0.2	6	0.9	6	0.06	4	1.52	6	4.4	4	4.0	6	4.5	4	5.5
68	Nieuwk. Pl. Noordeinder	6	0.1	4	0.1	6	0.05	4	0.23	6	3.0	4	2.2	6	3.1	4	2.4
69	Nieuwk. Pl. Zuideinder	6	0.1	2	0.1	6	0.03	2	0.03	6	3.6	2	2.1	6	3.6	2	2.5
70	Nieuwk. Pl. Wijde v.d. Vliet	6	0.2	4	0.1	6	0.06	4	0.48	6	2.5	4	1.7	6	2.6	4	2.2
71	Reeuwijkse Plassen	5	0.1	2	0.1	5	0.04	2	0.15	5	2.7	2	1.8	5	2.7	2	2.0
72	Sluipw. Pl. Elfhoeven	6	0.1	4	0.1	6	0.05	4	0.16	6	2.1	4	1.5	6	2.2	4	1.7
73	Sluipw. Pl. Kalverbroek	6	0.02	4	0.2	6	0.04	4	0.18	6	2.4	4	1.9	6	2.4	4	2.1
74	Broekvelden Vettenbroek	6	0.2	2	0.8	6	12.55	2	12.70	6	2.0	2	2.7	6	14.6	2	15.4
75	De Bijlen	6	0.8	6	1.3	6	4.43	6	5.04	6	4.9	6	3.8	6	9.3	6	8.8
	Delfland																
76	Plas Delftse Hout	6	0.1	1	0.3	6	0.38	1	1.07	6	2.9	1	2.9	6	3.3	1	4.0
	Schieland																
77	Rotteboezem	6	0.5	6	1.3	6	1.42	6	3.53	6	3.8	6	2.9	6	5.2	6	6.4
78	Bergse Achterplas	6	1.1	6	4.9	6	2.14	6	3.10	6	5.6	6	7.7	6	7.7	6	10.8
79	Bergse Voorplas	6	0.3	3	0.37	6	0.37	3	2.28	6	4.1	3	3.6	6	4.5	3	5.9
80	Kralingse Plas	6	0.2	3	0.1	6	0.07	3	0.33	6	2.6	3	1.8	6	2.7	3	2.1
81	Zevenhuizer Plas	6	2.0	3	2.6	6	16.15	3	7.86	6	4.1	3	4.6	6	20.3	3	12.5
82	Weegje	5	0.1	3	1.9	5	0.05	3	3.73	5	3.1	3	3.8	5	3.2	3	7.5
	De Hoeksche Waard																
83	Binnen bedijkte Maas	5	0.2	1	0.2	5	0.86	1	2.06	5	2.4	1	1.8	5	3.3	1	3.9
	De Nederwaard																
84	De Put	6	2.0	1	4.8	6	2.0	1	0.56	6	2.8	1	5.6	6	4.8	1	6.2
	De Vijfherenlanden																
85	Natuurbad Helsdingen	6	0.2	3	0.1	6	0.10	3	0.73	6	0.7	3	1.0	6	0.8	3	1.7
86	Kruithofwiel	6	0.1	3	0.2	6	0.21	3	0.87	6	1.2	3	1.2	6	1.4	3	2.1
	IJsselmonde																
87	Waalboezem	6	0.22	1	0.5	6	0.12	1	0.82	6	2.7	1	2.3	6	2.8	1	3.1
	De Brielse Dijkkring																
88	Brielse Meer	6	0.23	1	0.63	6	3.09	1	3.70	6	1.1	3	1.4	6	4.2	1	5.1
	R.W.S. Deltagebied																
89	Westelijk Haringvliet	11	0.45	10	1.12	11	3.37	10	4.25	11	1.24	10	2.01	11	4.61	10	6.26[1)]
90	Grevelingen	16	0.07	6	0.08	16	0.18	6	0.10	16	0.71	4	0.77	16	0.89	4	0.87[1)]
91	Veerse Meer	15	0.13	4	0.15	15	1.35	4	0.10	7	0.74	2	0.94	7	2.09	2	1.04[1)]

1. De wintergemiddelden zijn berekend over het 4e kwartaal '76.

DOMINANTE ALGENSOORTEN IN ZOMERHALFJAAR 1977

	kiezelalgen	groenalgen	blauwalgen	andere algen	
Zuidlaardermeer (1975)			+		
Tjeukemeer	+	+	+		Melosira sp., Asterionella formosa, Diatoma elongatum Scenedesmus opoliensis, Planctonema lauterbornii Oscillatoria agardhii, Osc.redeckei, Osc.limnetica Aphanizomenon flos-aquae, Lyngbya sp.
Beulakker- en Belterwijde (1976)			+		
IJsselmeer		+			Scenedesmus opoliensis
Markermeer		+			Scenedesmus opoliensis
IJmeer		+	+		Scenedesmus opoliensis, Oscillatoria agardhii
Gooimeer		+	+		Tetrastrum staurogeniaeforme
Eemmeer en Nijkerkernauw			+		Oscillatoria agardhii
Wolderwijd en Nuldernauw			+		Oscillatoria agardhii
Veluwemeer			+		Oscillatoria agardhii
Drontermeer			+		Oscillatoria agardhii
Vossemeer	+		+		Nitzschia acicularis, Oscillatoria agardhii
Zwarte Meer	+	+	+		Stephanodiscus hantzschii, Scenedesmus opoliensis, Oscillatoria agardhii
Ketelmeer	+	+	+		Stephanodiscus hantzschii, Cyclotella meneghiniana, Scenedesmus opoliensis, Ankistrodesmus falcatus mirabilis, Tetrastrum staurogeniaeforme, Oscillatoria agardhii
Amstelmeer		+	+		Ankistrodesmus falcatus, Microcystis sp., Gomphosphaeria aponina
Alkmaardermeer		+	+		Oscillatoria limnetica, Microspora sp.
De Poel, 't Zwet, De Marken			+		Oscillatoria limnetica, Osc. redeckei
Rekreatieplas Twiske			+		Oscillatoria limnetica
Natuurbad Wijde Wormer		+			Carteria cardi formis, Ankistrodesmus falcatus
Kinselmeer		+	+		Kirchneriella lunaris, Ankistrodesmus spiralis, Lyngbya contorta
Barnegat		+	+		Kirchneriella lunaris, Lyngbya contorta
Uitdammer-,Holysl.- en Ransd. Die		+	+		Kirchneriella lunaris, Ankistrodesmus spiralis, Scenedesmus sp., Lyngbya contorta
Nieuwe Meer			+		Microcystis aeruginosa
Sloterplas			+		Microcystis aeruginosa
Kagerplassen	+	+	+		Stephanodiscus sp., Scenedesmus sp., Microcystis aeruginosa
Braassemermeer	+	+	+		Stephanodiscus sp., Scenedesmus sp., Microcystis aeruginosa, Anabaena spiroide
Mooie Nel, Spaarne	+	+	+		Stephanodiscus sp., Scenedesmus sp., Geminella interupta, Oscillatoria agardhii
Nieuwe Meer	+	+	+		Stephanodiscus sp., Scenedesmus sp., Microcystis aeruginosa
Westeinderplassen	+	+	+		Stephanodiscus sp., Scenedesmus sp., Microcystis aeruginosa
Langeraarse Plassen			+		Oscillatoria agardhii, Osc. redeckei
Nieuwkoopse Plassen Noordeinder			+		Oscillatoria agardhii, Osc. redeckei, Aphanizomenon flos-aquae
Nieuwkoopse Plassen Zuideinder		+	+		Scenedesmus sp., Oscillatoria agardhii, Osc. redeckei, Osc. limnetica
Nieuwkoopse Plassen Wijde v.d. Vliet			+		Oscillatoria redeckei, Osc. limnetica, Aphanizomenon flos-aquae
Reeuwwijkse Plassen		+	+		Scenedesmus sp., Oscillatoria limnetica, Aphanizomenon flos-aquae
Sluipwijkse Plassen Elfhoeven			+		Oscillatoria agardhii, Osc. redeckei, Osc. limnetica, Aphanizomenon flos-aquae
Sluipwijkse Plassen Kalverbroek			+		Oscillatoria redeckei, Osc. limnetica, Aphanizomenon flos-aquae
De Bijlen	+				Stephanodiscus sp.
Plas Delftse Hout	+		+		Stephanodiscus sp., Oscillatoria agardhii, Osc. limnetica
Rotteboezem	+		+		Stephanodiscus sp., Oscillatoria agardhii, Osc. redeckei
Bergse Achterplas	+	+	+		Stephanodiscus sp., Scenedesmus sp., Oscillatoria redeckei
Bergse Voorplas		+	+		Scenedesmus sp., Oscillatoria agardhii
Kralingse Plas			+		Oscillatoria agardhii, Osc. redeckei, Osc. limnetica
Weegje			+		Oscillatoria agardhii, Osc. limnetica, Gomphosphaeria aponina
Binnenbedijkte Maas	+	+	+		Chlorococales, Oscillatoria redeckei, Osc. limnetica
De Put	+			+	Nitzschia sp., Chrysococcus sp., Vrachelemonas sp.
Natuurbad Helsdingen				+	Mallomonas sp.
Kruithofwiel			+		Oscillatoria agardhii
Waalboezem	+		+		Melosira sp., Cyclotella sp., Asterionella formosa, Oscillatoria agardhii, Microcystis aeruginosa, Aphanizomenon flos-aquae
Brielse Meer	+		+		Microcystis aeruginosa
Westelijk Haringvliet	+	+		+	Asterionella formosa, Stephanodiscus hantzschii, Scenedesmus opoliensis, Tetrastrum staurogeniaeforme, Ankistrodesmus falcatus mirabilis, Cryptomonas sp.

X : DOORZICHT - ZOMERGEMIDDELDEN IN CM SECCHISCHIJF
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 64 EXCLUSIEF: 50,51,53,56,39,40,47
REGRESSIE LIJN : Y = -.115588+001 X .185412+003
KORRELATIE KOEFFICIENT : -.6522
RESTSPREIDING : +- T * .719815+002

X : DOORZICHT - WINTERGEMIDDELDEN IN CM SECCHISCHIJF
Y : CHLOROFYL - WINTERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 48
REGRESSIE LIJN : Y = -.749964+000 X .122154+003
KORRELATIE KOEFFICIENT : -.5532
RESTSPREIDING : +- T * .548775+002

X : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
Y : ZUURGRAAD - ZOMERGEMIDDELDEN IN PH-EENHEDEN
AANTAL WAARNEMINGEN : 71
REGRESSIE LIJN : Y = .275518-002 X .820362+001
KORRELATIE KOEFFICIENT : .6644
RESTSPREIDING : +- T * .291948+000

X : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
Y : ZUURGRAAD-ZOMERGEM MIN ZUURGRAAD-WINTERGEM IN PH
AANTAL WAARNEMINGEN : 60
REGRESSIE LIJN : Y = .170050-002 X .252671+000
KORRELATIE KOEFFICIENT : .5215
RESTSPREIDING : +- T * .235744+000

X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
Y : TOTAAL-STIKSTOF - ZOMERGEM. IN MG N PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 97
REGRESSIE LIJN : Y = .179526+001 X .337556+001
KORRELATIE KOEFFICIENT : .2643
RESTSPREIDING : +- T * .249527+001

X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
Y : TOTAAL-STIKSTOF - ZOMERGEM. IN MG N PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 79 EXCLUSIEF: 81,79,74,62,75,82,78,48
REGRESSIE LIJN : Y = .329660+001 X .255122+001
KORRELATIE KOEFFICIENT : .5515
RESTSPREIDING : +- T * .104529+001

```
X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
Y : ORTHO-FOSFAAT - ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN     :  82  EXCLUSIEF: 54,48,75,28,62,79,82,78
REGRESSIE LIJN          : Y =    .402911+000 X  -.930367-002
KORRELATIE KOEFFICIENT  :    .6246
RESTSPREIDING           : +- T *    .974444-001


X : TOTAAL-STIKSTOF - ZOMERGEM. IN MG N PER LITER
Y : NH4+NO3 ZOMERGEM IN MG N P L   ANORGANISCHSTIKSTOF
AANTAL WAARNEMINGEN     :  85  EXCLUSIEF: 81,74
REGRESSIE LIJN          : Y =    .488502+000 X  -.691589+000
KORRELATIE KOEFFICIENT  :    .5748
RESTSPREIDING           : +- T *    .103834+001


X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN     :  71
REGRESSIE LIJN          : Y =    .703495+002 X    .682122+002
KORRELATIE KOEFFICIENT  :    .3083
RESTSPREIDING           : +- T *    .888893+002


X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN     :  65  EXCLUSIEF: 48,78,79,62,82,75
REGRESSIE LIJN          : Y =    .300295+003 X  -.211690+001
KORRELATIE KOEFFICIENT  :    .6811
RESTSPREIDING           : +- T *    .700590+002


X : TOTAAL-STIKSTOF - ZOMERGEM. IN MG N PER LITER
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN     :  66  EXCLUSIEF: 74,81
REGRESSIE LIJN          : Y =    .228727+002 X    .195570+002
KORRELATIE KOEFFICIENT  :    .3792
RESTSPREIDING           : +- T *    .872012+002


X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
Y : CHLOROFYL - MAXIMALE WAARDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN     :  70
REGRESSIE LIJN          : Y =    .102282+003 X    .142706+003
KORRELATIE KOEFFICIENT  :    .2537
RESTSPREIDING           : +- T *    .160359+003


X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER
Y : CHLOROFYL - MAXIMALE WAARDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN     :  64  EXCLUSIEF: 48,62,78,82,79,75
REGRESSIE LIJN          : Y =    .485609+003 X    .250410+002
KORRELATIE KOEFFICIENT  :    .6234
RESTSPREIDING           : +- T *    .132711+003
```

```
X : DOORZICHT - ZOMERGEMIDDELDEN IN CM SECCHISCHIJF   (10LOG)
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER    (10LOG)
AANTAL WAARNEMINGEN     :  64 EXCLUSIEF: 50,51,53,56,39,40,47
REGRESSIE LIJN          : Y =  -.126396+001 X   .396210+001
KORRELATIE KOEFFICIENT  :  -.8460
RESTSPREIDING           : +- T *   .263700+000


X : DOORZICHT - WINTERGEMIDDELDEN IN CM SECCHISCHIJF  (10LOG)
Y : CHLOROFYL - WINTERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER   (10LOG)
AANTAL WAARNEMINGEN     :  47 EXCLUSIEF: 74
REGRESSIE LIJN          : Y =  -.156709+001 X   .437344+001
KORRELATIE KOEFFICIENT  :  -.7417
RESTSPREIDING           : +- T *   .373793+000


X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER (10LOG)
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER    (10LOG)
AANTAL WAARNEMINGEN     :  71
REGRESSIE LIJN          : Y =   .835243+000 X   .217109+001
KORRELATIE KOEFFICIENT  :   .5862
RESTSPREIDING           : +- T *   .431044+000


X : TOTAAL-STIKSTOF - ZOMERGEM. IN MG N PER LITER     (10LOG)
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER    (10LOG)
AANTAL WAARNEMINGEN     :  68
REGRESSIE LIJN          : Y =   .502516+000 X   .149050+001
KORRELATIE KOEFFICIENT  :   .2173
RESTSPREIDING           : +- T *   .513679+000


X : TOTAAL-FOSFAAT-ZOMERGEMIDDELDEN IN MG P PER LITER (10LOG)
Y : CHLOROFYL - MAXIMALE WAARDEN IN MU-G PER LITER    (10LOG)
AANTAL WAARNEMINGEN     :  70
REGRESSIE LIJN          : Y =   .748172+000 X   .243448+001
KORRELATIE KOEFFICIENT  :   .5662
RESTSPREIDING           : +- T *   .408622+000
```

X : TOTAAL-STIKSTOF - ZOMERGEM. IN MG N PER LITER
Y : CHLOROFYL - MAXIMALE WAARDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 67
REGRESSIE LIJN : Y = .250404+001 X .192774+003
KORRELATIE KOEFFICIENT : .0430
RESTSPREIDING : +- T * .167048+003

X : TOTAAL-STIKSTOF - ZOMERGEM. IN MG N PER LITER
Y : CHLOROFYL - MAXIMALE WAARDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 65 EXCLUSIEF: 74,81
REGRESSIE LIJN : Y = .367342+002 X .595598+002
KORRELATIE KOEFFICIENT : .3459
RESTSPREIDING : +- T * .156870+003

X : T-FOSFAAT MIN O-FOSFAAT ZOMERGEM IN MG P PER LITER
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 69 EXCLUSIEF: 54,78
REGRESSIE LIJN : Y = .468729+003 X -.259413+001
KORRELATIE KOEFFICIENT : .8168
RESTSPREIDING : +- T * .541841+002

X : T-STIKSTOF MIN ANORG.STIKSTOF ZOMERGEM IN MG N P L
Y : CHLOROFYL - ZOMERGEMIDDELDEN IN MU-G PER LITER
AANTAL WAARNEMINGEN : 68
REGRESSIE LIJN : Y = .559661+002 X -.382115+002
KORRELATIE KOEFFICIENT : .7748
RESTSPREIDING : +- T * .595831+002

BEREKENING GEMIDDELDE CHLOROFYLGEHALTEN

Bijlage 3.1

MEERNUMMER	TOTAAL-P mg/l	TOTAAL-N mg/l	DOORZICHT ZONDER ALGEN m	DIEPTE m.	CHLOROFYL mg/m^3 (1) berekend m.b.v. tot.-P	CHLOROFYL mg/m^3 (2) berekend m.b.v. tot.-N	CHLOROFYL mg/m^3 (3) berekend m.b.v. diepte en doorz. zond. algen	MINIMUM VAN 1,2 en 3	GEMETEN CHLOROFYL mg/m^3 zomergemiddelden
3	.35	4.30	.31	1.00	256.18	295.68	400.68	256.18	136.00
7	.19	3.40	.60	1.25	131.97	215.04	356.17	131.97	105.00
20	.20	2.30	.67	1.65	139.73	116.48	260.72	116.48	86.00
21	.13	3.20	.85	1.25	85.39	197.12	376.56	85.39	173.00
22	.22	3.60	2.11	4.40	155.26	232.96	101.34	101.34	98.00
23	.24	3.60	2.98	4.40	170.79	232.96	106.92	106.92	105.00
24	.33	4.20	2.44	4.40	240.66	286.72	103.90	103.90	75.00
25	.17	2.10	.83	3.20	116.44	98.56	116.75	98.56	61.00
26	.20	2.10	1.01	3.20	139.73	98.56	125.62	98.56	52.00
27	.72	3.60	1.18	1.70	543.42	232.96	277.51	232.96	182.00
28	1.01	4.21	.64	1.70	768.55	287.62	249.03	249.03	225.00
29	.30	3.40	.60	1.60	217.37	215.04	285.64	215.04	184.00
30	.42	3.70	.58	1.20	310.52	241.92	371.58	241.92	218.00
31	.41	3.90	.85	1.20	302.76	259.84	394.12	259.84	256.00
32	.40	3.80	.93	1.30	295.00	250.88	364.34	250.88	185.00
33	.45	5.00	1.95	1.00	333.81	358.40	509.31	333.81	299.00
34	.52	5.10	1.03	3.30	388.16	367.36	121.27	121.27	79.00
35	.33	2.90	.74	4.50	240.66	170.24	63.41	63.41	110.00
36	.40	3.50	2.35	2.50	295.00	224.00	194.78	194.78	50.00
37	.59	7.20	.39	.70	442.50	555.52	654.05	442.50	439.00
38	.08	1.50	2.72	6.00	46.58	44.80	73.46	44.80	10.00
42	.45	3.40	.25	2.50	333.81	215.04	49.89	49.89	183.00
43	.71	4.70	.15	1.50	535.66	331.52	83.15	83.15	285.00
44	.65	4.50	.16	1.00	489.08	313.60	273.75	273.75	236.00
45	.68	4.30	.20	1.00	512.37	295.68	332.70	295.68	268.00
46	.65	4.60	.20	1.00	489.08	322.56	329.30	322.56	258.00
47	.40	4.70	.50	16.50	295.00	331.52	-48.86	.00	38.00

BEREKENING GEMIDDELDE CHLOROFYLGEHALTEN

MEERNUMMER	TOTAAL-P mg/l	TOTAAL-N mg/l	DOORZICHT ZONDER ALGEN m	DIEPTE m.	CHLOROFYL mg/m^3 (1) berekend m.b.v. tot.-P	CHLOROFYL mg/m^3 (2) berekend m.b.v. tot.-N	CHLOROFYL mg/m^3 (3) berekend m.b.v. diepte en doorz. zond. algen	MINIMUM VAN 1,2 en 3	GEMETEN CHLOROFYL mg/m^3 zomergemiddelden
48	1.13	1.90	1.32	20.50	861.71	80.64	-4.74	.00	21.00
49	.59	5.00	.60	.75	442.50	358.40	639.40	358.40	198.00
50	.18	1.40	1.67	30.00	124.21	35.84	-6.46	.00	17.00
51	.06	1.30	1.09	1.00	31.05	26.88	492.90	26.88	4.00
52	.31	3.70	1.58	1.00	225.13	241.92	504.50	225.13	20.00
53	.05	2.60	.85	25.00	23.29	143.36	-26.21	.00	9.00
55	.05	3.00	2.51	30.00	23.29	179.20	1.56	1.56	10.00
56	.13	5.00	1.03	15.00	85.39	358.40	-4.03	.00	3.00
60	.49	4.50	1.06	3.70	364.87	313.60	105.26	105.26	28.00
61	.45	5.10	1.42	2.98	333.81	367.36	149.50	149.50	19.00
62	1.96	7.40	.86	3.90	1506.06	573.44	89.00	89.00	60.00
63	.41	4.30	0.5	16.5	302.76	295.68	-48.64	0.0	16.00
64	.30	2.80	.74	2.68	217.37	161.28	143.05	143.05	55.00
65	.73	4.90	.38	2.00	551.18	349.44	158.29	158.29	126.00
66	.62	4.90	.41	2.00	465.79	349.44	165.46	165.46	164.00
67	.72	4.50	.36	2.00	543.42	313.60	153.13	153.13	146.00
68	.19	3.10	.71	1.50	131.97	188.16	296.58	131.97	97.00
69	.55	3.60	.82	1.50	411.45	232.96	303.98	232.96	113.00
70	.24	2.60	.77	1.50	170.79	143.36	301.05	143.36	51.00
71	.16	2.70	.77	1.90	108.68	152.32	226.36	108.68	98.00
72	.26	2.20	.67	1.90	186.31	107.52	218.59	107.52	60.00
73	.16	2.40	.64	1.90	108.68	125.44	215.92	108.68	43.00
74	.22	14.60	1.06	1.90	155.26	1218.56	240.72	155.26	4.00
75	1.29	9.30	1.21	20.00	985.92	743.68	-6.74	.00	21.00
77	.60	5.20	.34	1.20	450.26	376.32	322.38	322.38	144.00
78	2.15	7.70	.23	1.00	1653.56	600.32	351.98	351.98	175.00
79	1.20	4.50	.23	1.50	916.05	313.60	181.03	181.03	153.00
80	.33	2.70	.29	2.50	240.66	152.32	73.94	73.94	69.00
81	.21	20.30	.44	23.80	147.50	1729.28	-69.11	.00	14.00
82	1.44	3.20	.54	2.74	1102.37	197.12	119.00	119.00	45.00
83	.29	3.30	.55	4.00	209.60	206.08	59.09	59.09	81.00
84	.12	4.80	1.43	8.30	77.63	340.48	35.71	35.71	13.00
85	.06	.80	2.49	7.75	31.05	-17.92	52.16	.00	6.00
86	.15	1.40	1.62	7.00	100.92	35.84	50.77	35.84	18.00
87	.43	4.60	.74	3.74	319.29	322.56	87.00	87.00	55.00
88	.32	4.20	1.55	5.40	232.89	286.72	72.04	72.04	23.00

BEREKENING MAXIMALE CHLOROFYLGEHALTEN

Bijlage 3.2

MEERNUMMER	TOTAAL-P mg/l	TOTAAL-N mg/l	DOORZICHT ZONDER ALGEN m.	DIEPTE m.	CHLOROFYL mg/m^3 (1) berekend m.b.v. tot.-totaal-P	CHLOROFYL mg/m^3 (2) berekend m.b.v. totaal-N	CHLOROFYL mg/m^3 (3) berekend m.b.v. diepte en doorz. zonder algen.	MINIMUM VAN 1,2 en 3	GEMETEN CHLOROFYL mg/m^3 maximum zomerhalfjaar.
7	.35	4.30	.31	1.00	422.41	451.60	681.69	422.41	205.00
20	.20	2.30	.67	1.65	241.38	225.80	455.09	225.80	135.00
21	.13	3.20	.85	1.25	156.90	327.41	676.74	156.90	273.00
22	.22	3.60	2.11	4.40	265.52	372.57	179.02	179.02	621.00
23	.24	3.60	2.98	4.40	289.66	372.57	192.11	192.11	191.00
24	.33	4.20	2.44	4.40	398.28	440.31	185.02	185.02	171.00
25	.17	2.10	.83	3.20	205.17	203.22	193.17	193.17	117.00
26	.20	2.10	1.01	3.20	241.38	203.22	213.99	203.22	140.00
27	.72	3.60	1.18	1.70	868.97	372.57	499.07	372.57	358.00
28	1.01	4.21	.64	1.70	1218.97	441.44	432.28	432.28	363.00
29	.30	3.40	.60	1.50	362.07	349.99	497.90	349.99	248.00
30	.42	3.70	.58	1.20	506.90	383.86	656.45	383.86	320.00
31	.41	3.90	.85	1.20	494.83	406.44	709.31	406.44	390.00
32	.40	3.80	.93	1.30	482.76	395.15	656.00	395.15	333.00
33	.45	5.00	1.95	1.00	543.10	530.63	936.47	530.63	523.00
34	.52	5.10	1.03	3.30	627.59	541.92	206.23	206.23	196.00
35	.23	2.90	.74	4.50	398.28	293.54	91.37	91.37	221.00
36	.40	3.50	2.35	2.50	482.76	361.28	353.62	353.62	354.00
37	.59	7.20	.39	.70	712.07	779.01	1165.33	712.07	700.00
38	.08	1.50	2.72	6.00	96.55	135.48	129.29	96.55	33.00
42	.45	3.40	.25	2.50	543.10	349.99	13.79	13.79	409.00
43	.71	4.70	.15	1.50	856.90	496.76	22.97	22.97	400.00
44	.65	4.50	.16	1.00	784.48	474.18	383.97	383.97	377.00
45	.68	4.30	.20	1.00	820.69	451.60	522.25	451.60	444.00
46	.65	4.60	.20	1.00	784.48	485.47	514.27	485.47	395.00
47	.40	4.70	.50	16.50	482.76	496.76	-130.25	.00	85.00
48	1.13	1.90	1.32	20.50	1363.80	180.64	-23.72	.00	32.00

BEREKENING MAXIMALE CHLOROFYLGEHALTEN

MEETNUMMER	TOTAAL-P mg/l	TOTAAL-N mg/l	DOORZICHT ZONDER ALGEN m.	DIEPTE m.	CHLOROFYL mg/m^3 (1) berekend m.b.v. totaal-P	CHLOROFYL mg/m^3 (2) berekend m.b.v. totaal-N	CHLOROFYL mg/m^3 (3) berekend m.b.v. diepte en doorz. zonder algen.	MINIMUM VAN 1,2 en 3	GEMETEN CHLOROFYL mg/m^3 maximum zomer-halfjaar.
49	.59	5.00	.60	.75	712.07	530.63	1155.55	530.63	307.00
50	.18	1.40	1.67	30.00	217.24	124.19	-23.76	.00	38.00
51	.06	1.30	1.09	1.00	72.41	112.90	897.99	72.41	7.00
52	.31	3.70	1.58	1.00	374.14	383.86	925.18	374.14	26.00
53	.05	2.60	.85	25.00	60.34	259.67	-71.81	.00	17.00
55	.05	3.00	2.51	30.00	60.34	304.83	-4.94	.00	22.00
56	.13	5.00	1.03	15.00	156.90	530.63	-26.65	.00	5.00
60	.49	4.50	1.06	3.70	591.38	474.18	177.12	177.12	63.00
61	.45	5.10	1.42	2.98	543.10	541.92	264.04	264.04	51.00
62	1.96	7.40	.86	3.90	2365.52	801.59	142.57	142.57	99.00
63	.41	4.30	0.5	16.5	494.83	451.60	-129.72	0.0	94.00
64	.30	2.80	.74	2.68	362.07	282.25	239.20	239.20	82.00
65	.73	4.90	.38	2.00	881.04	519.34	242.21	242.21	242.00
66	.62	4.90	.41	2.00	748.28	519.34	259.03	259.03	254.00
67	.72	4.50	.36	2.00	868.97	474.18	230.10	230.10	209.00
68	.19	3.10	.71	1.50	229.31	316.12	523.56	229.31	201.00
69	.55	3.60	.62	1.50	663.79	372.57	540.90	372.57	191.00
70	.24	2.60	.77	1.50	289.66	259.67	534.05	259.67	86.00
71	.16	2.70	.77	1.90	193.10	270.96	395.07	193.10	165.00
72	.26	2.20	.67	1.90	313.79	214.51	376.85	214.51	95.00
73	.16	2.40	.64	1.90	193.10	237.09	370.58	193.10	52.00
74	.22	14.60	1.06	1.90	265.52	1614.47	428.76	265.52	12.00
75	1.29	9.30	1.21	20.00	1556.90	1016.10	-28.71	.00	35.00
77	.60	5.20	.34	1.20	724.14	553.21	541.06	541.06	250.00
78	2.15	7.70	.23	1.00	2594.83	835.46	567.45	567.45	308.00
79	1.20	4.50	.23	1.50	1448.28	474.18	252.53	252.53	240.00
80	.33	2.70	.29	2.50	398.28	270.96	70.19	70.19	128.00
81	.21	20.30	.44	23.80	253.45	2258.00	-172.95	.00	46.00
82	1.44	3.20	.54	2.74	1737.94	327.41	184.91	184.91	97.00
83	.29	3.30	.55	4.00	350.00	338.70	74.08	74.08	144.00
84	.12	4.80	1.43	8.30	144.83	508.05	52.66	52.66	34.00
85	.06	.80	2.49	7.75	72.41	56.45	89.03	56.45	20.00
86	.15	1.40	1.62	7.00	181.03	124.19	82.22	82.22	37.00
87	.43	4.60	.74	3.74	518.97	485.47	135.03	135.03	90.00
88	.32	4.20	1.55	5.40	386.21	440.31	121.16	121.16	330.00