

Effecten van gebiedsvreemd water op  
aquatische ecosystemen

Responsie van biotische maatstaven  
deelproject Sloten

E.T.H.M. Peeters & J.J.P. Gardeniers



Vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische Oecologie  
Landbouwuniversiteit  
Wageningen

## INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
	1.1 Aanleiding en doelstelling	1
	1.2 Uitgangspunten	1
2	MATERIAAL en METHODEN	3
	2.1 Basismateriaal	3
	2.2 Selectie van factoren en maatstaven	3
	2.3 Curve fitting	4
	2.4 Werkwijze	5
3	RESULTATEN	9
	3.1 chloride	10
	3.2 geleidbaarheid	14
	3.3 orthofosfaat	19
	3.4 totaalfosfaat	23
	3.5 ammoniumstikstof	27
	3.6 Kjeldahlstikstof	31
	3.7 peilfluctuatie	35
	3.8 permanentie	36
	3.9 zuurgraad	37
	3.10 calcium	38
	3.11 relatieve verhouding bicarbonaat-, chloride- en sulfaationen	40
	3.12 bicarbonaat	44
4	BRUIKBAARHEID VAN DE RESPONSIES	45
	LITERATUUR	46
	BIJLAGE	48

# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding en doelstelling

Ten behoeve van peilhandhaving en verdrogingsbestrijding is het in bepaalde gebieden noodzakelijk oppervlaktewater van elders aan te voeren. Dit aanvoerwater kan een afwijkende samenstelling hebben ten opzichte van het gebiedseigen water, hetgeen negatieve gevolgen kan hebben voor aquatische ecosystemen. Het is daarom gewenst om bij inlaatsituaties de positieve en negatieve gevolgen af te kunnen wegen. De positieve effecten van peilhandhaving in oppervlaktewateren (en daarmee in het grondwater) en het tegengaan van verdroging van terrestrische systemen zijn in voldoende mate te kwantificeren. De negatieve gevolgen voor de aan oppervlaktewater gebonden ecosystemen worden weliswaar onderkend, echter het is nog niet mogelijk deze te kwantificeren.

Het al of niet 'systeemvreemd' zijn van inlaatwater hangt in eerste instantie af van de gebiedseigen kenmerken van het watersysteem. Het is daarom noodzakelijk te werken vanuit een typologische benadering, die is toegesneden op de problematiek van inlaat van water. Door het (meer of minder) inlaten van gebiedsvreemd water (of het stoppen ervan) zullen er veranderingen optreden in de abiotische factoren van het watersysteem. Dit betreft zowel de chemische samenstelling van het oppervlaktewater alsmede de fysische kenmerken. Als gevolg van voornoemde veranderingen zullen ook veranderingen optreden in de biotische componenten van het watersysteem.

Door het Nationaal Onderzoek Verdroging (NOV) en de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) is aan TAUW Civiel en Bouw de opdracht gegeven om in samenwerking met derden te komen tot een Raamwerk voor de beoordeling van het effect van gebiedsvreemd water op het ecologisch niveau van een water. De doelstelling van het project "Gebiedsvreemd Water" is als volgt geformuleerd: "De ontwikkeling van een praktisch (beheers)instrument voor het operationeel waterbeheer met voorspellende waarde voor het effect van aanvoer van gebiedsvreemd water. Het effect dient zo mogelijk uitgedrukt te kunnen worden in een verschuiving van het ecologisch niveau van het watersysteem, waarmee de realiseerbaarheid van aan het water toegekende ecologische normdoelstellingen getoetst kan worden. Het te ontwikkelen systeem (Raamwerk) dient nauw aan te sluiten op bestaande kennis en ontwikkelingen en nationaal dekkend te zijn (impliciete regionalisering)." (TAUW, 1995).

Aan de vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische Oecologie van de Landbouwniversiteit Wageningen is gevraagd om responsies voor de biotische componenten van het watersysteem te ontwikkelen, die toegespitst zijn op factoren samenhangend met gebiedsvreemd water. Met deze responsies moet het mogelijk zijn de risico's op veranderingen in te schatten als gevolg van het al dan niet inlaten van water. In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd voor het CUWVO watertype sloten. De resultaten voor de watertypen stromende wateren en meren en plassen zijn elders beschreven (Peeters & Gardeniers, 1995a; Peeters & Gardeniers, 1995b).

## 1.2 Uitgangspunten

Voor het vaststellen van het ecologisch niveau van een oppervlaktewater zijn in opdracht van de STOWA beoordelingssystemen ontwikkeld voor een vijftal CUWVO watertypen (STOWA 1992, 1993a, 1993b, 1994a, 1994b). Deze beoordelingssystemen zijn ontwikkeld voor het regionaal waterbeheer en zullen naar verwachting breed toegepast gaan worden. Het ligt voor de hand om het Raamwerk Gebiedsvreemd water nauw aan te laten sluiten bij deze beoordelingssystemen en de daarin gehanteerde typologische indeling van oppervlaktewateren.

Het effect van het inlaten van water op een watersysteem is afhankelijk van de aard en samenstelling van het ingelaten water alsmede van het ontvangende water. Zo zal aanvoer van chloriderijk water een ander effect op levensgemeenschappen hebben dan water dat rijk is aan nutriënten.

Water dat rijk is aan bicarbonaat zal een ander effect geven in zure, zwak gebufferde systemen dan in harde wateren. Het is daarom noodzakelijk de effecten van gebiedsvreemd water te analyseren naar de factoren die beïnvloed worden en naar watertypen. Als belangrijkste factoren kunnen genoemd worden: nutriënten, chloriniteit, zuurgraad, geleidbaarheid, ionensamenstelling, stroming, peilvariatie en permanentie (o.a. De Lyon & Roelofs, 1986; Roelofs, 1991; Verdonschot, 1990).

Al dan niet inlaten van water kan leiden tot veranderingen in het abiotische milieu en daardoor tot veranderingen in de biotische componenten van het watersysteem. De veranderingen in de biotische componenten dienen gerelateerd te worden aan verschuivingen in het ecologisch niveau van het watersysteem. Er is voor gekozen deze verschuivingen te relateren aan verschuivingen in de STOWA beoordelingssystemen (TAUW, 1995). In de STOWA systemen worden biotische en abiotische maatstaven gebruikt om de effecten van een aantal (beïnvloedings)factoren te beschrijven. Voor een belangrijk deel gaat het om dezelfde factoren die een rol spelen bij inlaat van gebiedsvreemd water. De biotische maatstaven zijn gerelateerd aan karakteristieken van de levensgemeenschap(en). Individuele soorten hebben indicaties gekregen ten aanzien van verschillende factoren en beschrijven tezamen en in onderlinge samenhang het effect van een beïnvloedingsfactor. Zo'n beschrijving wordt opgevat als maatstaf. Aan de maatstaven zijn kwaliteitsklassen en -niveaus verbonden. Om verschuivingen in het ecologisch niveau van een water te kunnen traceren als gevolg van inlaat van water zullen responsies van maatstaven en niet van individuele soorten gebruikt worden. De responsies van individuele soorten zijn namelijk niet rechtstreeks gekoppeld aan kwaliteitsniveaus terwijl dat voor de maatstaven wel het geval is.

Het Raamwerk Gebiedsvreemd water moet gezien worden als een signaleringssysteem, waarin gewaarschuwd wordt voor mogelijke veranderingen. Of deze veranderingen daadwerkelijk in die vorm en mate plaats zullen vinden, wordt met het Raamwerk niet voorspeld.

## 2 MATERIAAL en METHODEN

### 2.1 basismateriaal

Voor het opstellen van de responsies voor de maatstaven van het watertype sloten wordt gebruik gemaakt van de basisgegevens die ten grondslag hebben gelegen aan de ontwikkeling van STOWA beoordelingssysteem voor sloten alsmede het STOWA-systeem zelf (STOWA, 1993a, 1993c).

In het beoordelingssysteem worden zes typologische varianten onderscheiden, te weten: zoete zand-, klei- en veensloten, zure sloten, brakke en licht-brakke sloten. In tabel 1 worden de aantallen monsters per typologische variant weergegeven zoals die in het STOWA basisbestand aanwezig zijn.

Tabel 1: Aantallen monsters per biotische component per typologische variant voor sloten.

biotische component	typologische variant					
	brak	licht-brak	zuur	zand	klei	veen
macrofyten	17	78	5	296	394	204
macrofauna	12	115	6	222	229	240
diatomceën	11	11	9	104	192	125

Uit de tabel blijkt dat met name voor de brakke en de zure sloten en in mindere mate voor de licht-brakke sloten het aantal monsters zeer klein is. Voor het opstellen van responsies voor de brakke en zure sloten zijn deze aantallen te klein. Voor de overige typologische varianten geldt dat het aantal monsters dat gebruikt kan worden voor het opstellen van de responsies kleiner is dan de in de tabel 1 genoemde aantallen, als gevolg van het soms ontbreken van fysische en chemische gegevens (STOWA, 1993c). Fysische en chemische gegevens tot één maand voorafgaand aan de biologische bemonstering worden gebruikt.

### 2.2 selectie van factoren en maatstaven

In het projectplan (TAUW, 1995) worden als belangrijkste abiotische variabelen bij waterinlaat genoemd: chloriniteit, sulfaat, hardheid, geleidbaarheid, ionensamenstelling, zuurgraad, nutriënten (N en P), peilvariaties, dimensies, stromings(richting en -grootte) en permanentie (droogvallen). Voor de variabelen dimensies en stromings(richting en -grootte) kunnen als zodanig geen responsies voor het watertype sloten opgesteld worden. Veranderingen in deze variabelen kunnen leiden tot verandering van type, wat binnen de Vuistregels van het Raamwerk als zodanig opgenomen dient te worden.

In dit onderzoek, betreffende sloten, worden de voornoemde abiotische variabelen gekoppeld aan biotische maatstaven waarvoor responsies opgesteld worden. Het gaat steeds om maatstaven die volgens het STOWA systeem gerelateerd zijn aan de desbetreffende factor(en). Voor de zoete sloten wordt daarnaast de maatstaf variant-eigen karakter gerelateerd aan de abiotische variabelen. Deze maatstaf blijkt goede responsies te geven (van Dijk, 1995). In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de variabelen en de maatstaven waarvoor responsies worden opgesteld. Een variabele is in het overzicht opgenomen als voor minimaal een typologische variant een relatie is gevonden.

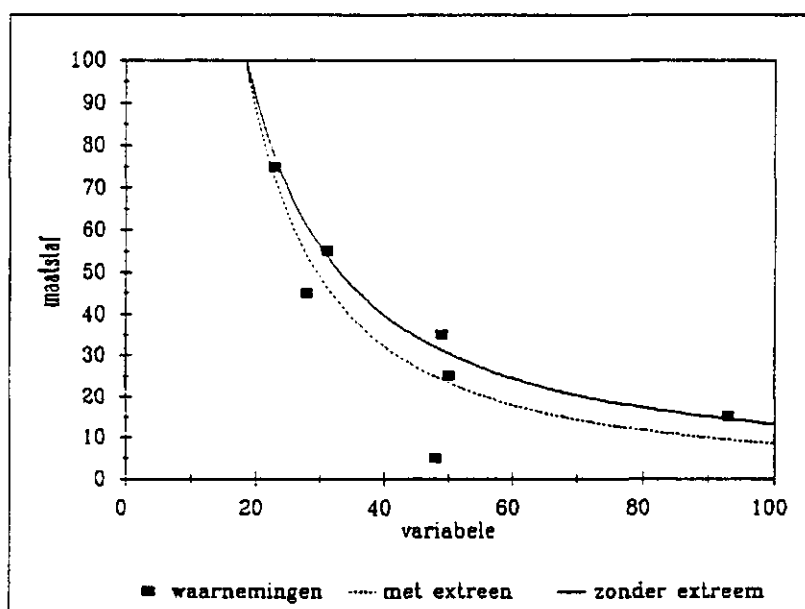
Tabel 2: Overzicht van de maatstaven en de eraan gerelateerde abiotische variabelen waarvan responsies voor sloten zijn opgesteld.

maatstaf	variabelen
trofie	orthofosfaat totaalfosfaat bicarbonaat
saprobie	ammoniumstikstof Kjeldahlstikstof geleidbaarheid
brakkarakter	chloride geleidbaarheid
zuurkarakter	calcium zuurgraad
waterchemie	% aandeel bicarbonaat % aandeel chloride % aandeel sulfaat
variant-eigen karakter	calcium chloride geleidbaarheid zuurgraad ammoniumstikstof Kjeldahlstikstof orthofosfaat totaalfosfaat peilfluctuaties permanentie

### 2.3 curve fitting

Gebruik wordt gemaakt van het software programma SlideWrite om curves te fitten door individuele punten. Afhankelijk van de gekozen functie (lineair, exponentieel, natuurlijke logaritme of machten) wordt met behulp van de kleinste kwadraten methode een lijn gefit door de punten. De R-waarde, gelegen tussen 0 en 1, geeft weer hoe goed de curve door de punten getrokken wordt. Hoe hoger de R-waarde des te sterker het verband tussen de curve en de punten. De uiteindelijke vorm van de gefitte curve is afhankelijk van de gekozen functie. De keuze voor de functie, op basis waarvan de lijn gefit wordt, is mede afhankelijk van wat volgens ecologische wetmatigheden als respons verwacht mag worden. Zo zal bij een te verwachten logaritmisch verband geen lineaire functie gekozen worden om de curve te fitten, ook al levert de lineaire fit een hogere R-waarde. Wanneer niet bekend is welk verband verwacht mag worden, wordt die functie gehanteerd die de hoogste R-waarde oplevert.

Bij inlaat van water gaat het veelal om relatief (kleine) verschillen tussen de samenstelling van het gebiedseigen en ingelaten water. Deze kleine verschillen kunnen echter grote gevolgen hebben voor de levensgemeenschappen, zeker wanneer het gaat om situaties waarbij variabelen beperkend kunnen zijn. Bij het fitten van een curve wordt dan ook speciale aandacht besteed aan dat gedeelte van het traject waar de variabele als beperkend beschouwd mag worden. Dit betekent dat in sommige gevallen punten buiten dit traject worden weggelaten om een fit (met hogere R-waarde) door het belangrijkste deel te genereren. In veel gevallen gaat het bij het weglaten om punten die ook door andere factoren beïnvloed worden. Figuur 1 geeft hiervan een voorbeeld.



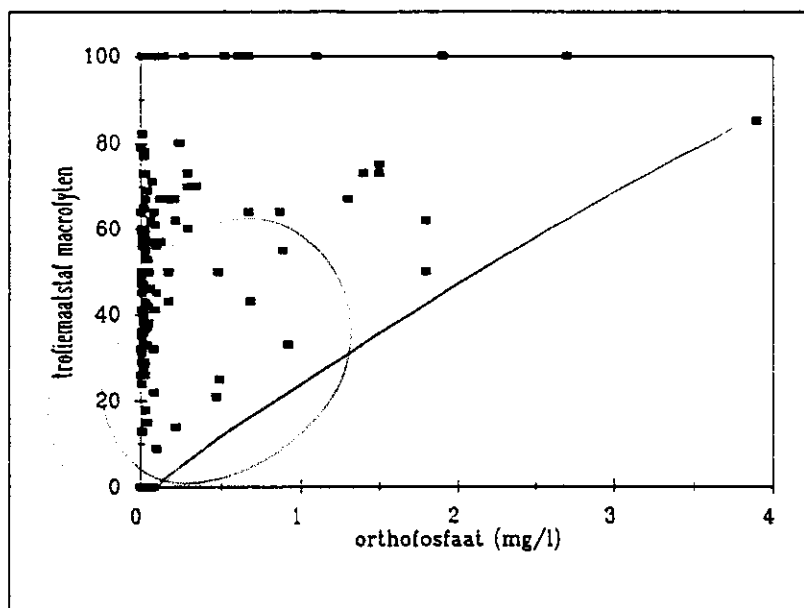
Figuur 1: Gefitte curven voor de relatie tussen de biotische maatstaf en de abiotische variabelen, waarbij de waarneming bij een score van vijf op de maatstaf wel (met extreem) en niet (zonder extreem) is meegenomen bij het fitten van de curven.

Een hoge score voor de maatstaf uit figuur 1 duidt op een situatie waar sprake is van weinig tot geen beïnvloeding. Een lage score duidt op sterkere beïnvloeding. Het gemiddelde van 48 bij een score van 5 op de maatstaf wordt gezien als een extreem. Wanneer dit punt wordt meegenomen bij het fitten van de curve wordt de sonderbroken lijn verkregen. De R-waarde bedraagt in dit geval 0.71. De onderbroken lijn is het resultaat van het fitten waarbij de extreme waarneming is weggelaten. De R-waarde voor deze lijn bedraagt 0.93.

#### 2.4 werkwijze

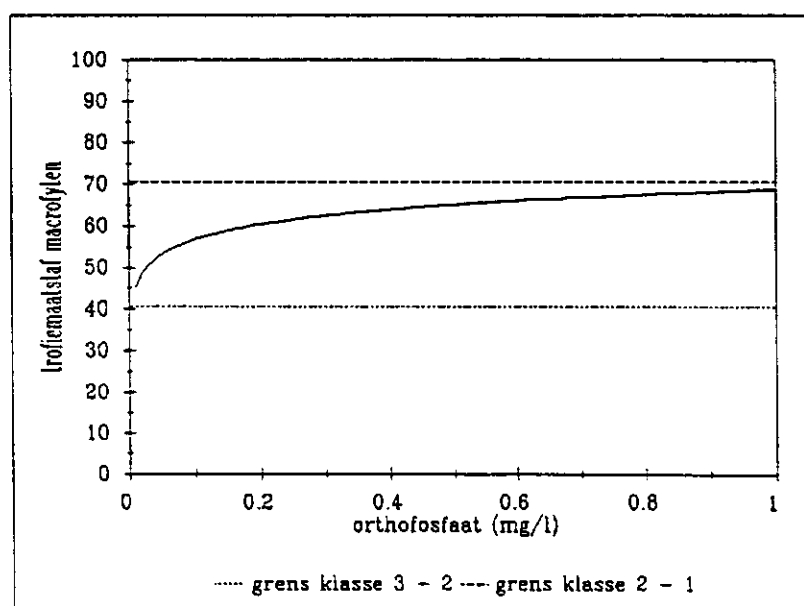
De gevolgde werkwijze wordt toegelicht aan de hand van orthofosfaat voor zandsloten. Eén van de mogelijke effecten van inlaat van gebiedsvreemd water is verrijking van het watersysteem met nutriënten (eutrofiëring). In het STOWA systeem voor sloten is de karakteristiek *trofie* opgenomen, die verwijst naar de effecten van eutrofiëring op het aquatische ecosysteem. Twee biotische maatstaven worden gebruikt om die effecten te kwantificeren. Eén maatstaf is gebaseerd op aan/afwezigheid en abundantie van macrofyten trofie-indicatoren en de andere op aan/afwezigheid en abundantie van diatomeeën indicatoren voor trofie. Op grond van de (STOWA-)basisgegevens zijn voor alle monsters uit zandsloten, de scores berekend volgens het STOWA-systeem voor beide maatstaven. Lagere scores voor de trofiemaatstaf duiden op geringe beïnvloeding van de levensgemeenschap door orthofosfaat en hogere scores op sterkere beïnvloeding.

De berekende scores voor de maatstaven worden in een scatterdiagram uitgezet tegen het orthofosfaat gehalte. Figuur 2 geeft het scatterdiagram voor de scores voor de macrofyten maatstaf tegen orthofosfaat. Uit de figuur blijkt dat er een relatie is tussen de score voor de macrofyten-maatstaf trofie en het orthofosfaatgehalte. Lage scores voor de trofiemaatstaf worden alleen aangetroffen bij lagere gehalten voor orthofosfaat. 20 20.



Figuur 2: Score trofie maatstaf macrofyten uitgezet tegen orthofosfaat voor zandsloten.

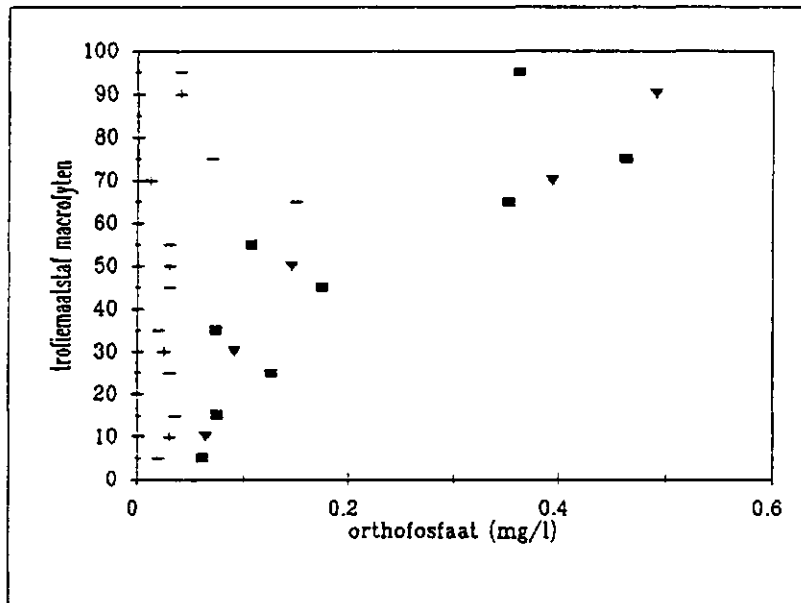
In eerste instantie is op basis van deze figuur een curve gefit. De R-waarde voor de fit gebaseerd op een logaritmische functie bedraagt 0.28 en is hoger dan die voor de lineaire functie ( $R=0.26$ ), de exponentiele functie ( $R=0.22$ ) en de machten functie ( $R=0.18$ ). In figuur 3 wordt de gefitte curve op basis van de logaritmische functie weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de gehele curve ligt in klasse 2. De gefitte lijn komt nauwelijks overeen met het patroon dat herkenbaar is in het scatterdiagram van figuur 2 en de gerealiseerde R-waarde is laag. Ook wanneer de meest extreme waarneming wordt weggelaten (orthofosfaat gehalte van 3.9 mg/l bij een score van 83 voor de maatstaf) blijft de curve dezelfde vorm behouden.



Figuur 3: Curve gefit op afzonderlijke waarnemingen gebaseerd op een logaritmische functie voor de relatie macrofyten trofiemaatstaf en orthofosfaat. Ingetekend zijn de klasse grenzen volgens het STOWA systeem.



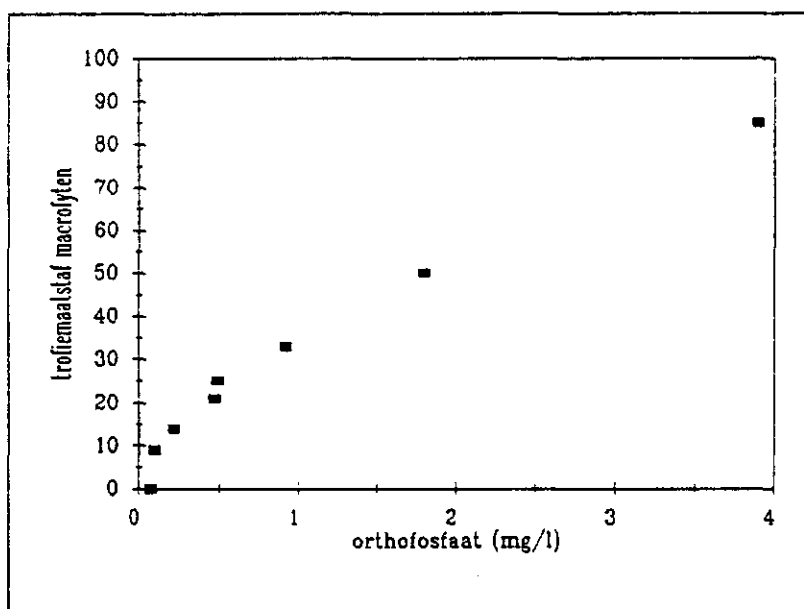
Om meer recht te doen aan het patroon uit het scatterdiagram van figuur 2 is daarom op een andere wijze te werk gegaan om een responsiecurve te verkrijgen. In eerste instantie is gekozen voor een benadering waarbij de trofie maatstaf in een aantal trajecten wordt verdeeld en voor ieder traject één orthofosfaatgehalte wordt bepaald. In eerste instantie wordt per 10 (en per 20) eenheden van de trofiemaatstaf het gemiddelde, de mediaan, de 75 en de 90 percentiel waarde voor orthofosfaat bepaald. Het bepaalde gehalte wordt vervolgens toegekend aan de middelste score van het traject van de maatstaf waarover het berekend is. Vanwege een te klein aantal waarnemingen kon de 75 en 90 percentiel in een aantal gevallen niet bepaald worden en daarom is afgezien van deze benadering. In figuur 4 wordt het resultaat voor het gemiddelde en de mediaan weergegeven voor de macrofyten trofiemaatstaf en het orthofosfaatgehalte.



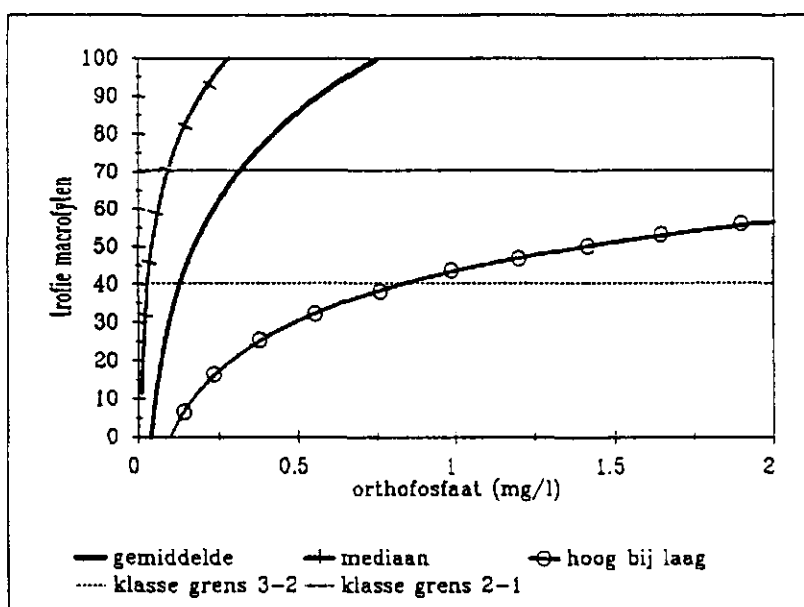
Figuur 4: Gemiddeld orthofosfaatgehalte per 10 (■) en per 20 (▼) eenheden en mediane waarde per 10 (-) en per 20 (+) eenheden van de trofiemaatstaf, uitgezet tegen de trofiemaatstaf voor macrofyten voor zandsloten.

In een tweede benadering is een selectie gehanteerd waarbij het hoogste orthofosfaatgehalte wordt gezocht bij de laagste score voor de trofiemaatstaf. Figuur 5 geeft hiervan het resultaat voor de macrofyten trofiemaatstaf voor zandsloten.

Voor zowel het gemiddelde, het mediane en het hoogste orthofosfaatgehalte zijn curven gefit. De R-waarden bedragen 0.92 voor het gemiddelde, 0.56 voor de mediaan en 0.95 voor het hoogste orthofosfaatgehalte bij de laagste score. Figuur 6 toont de grafische weergave van het resultaat. In de figuur zijn wederom de klasse grenzen ingetekend, zoals die gedefinieerd zijn in het STOWA beoordelingssysteem.



Figuur 5: Het hoogste orthofosfaatgehalte bij de laagste score voor de macrofyten trofiemaatslaf voor zandsloten.



Figuur 6: Gefitte curven voor de relatie tussen de macrofyten maatstaf trofie en orthofosfaat voor zandsloten. De klasse grenzen volgens het STOWA beoordelingssysteem zijn ingetekend.

Uit de figuren 5 en 6 blijkt dat de mediane waarden en de daarop gebaseerde gefitte curve nauwelijks het patroon weerspiegelen dat naar voren komt uit figuur 2. De R-waarde is aan de lage kant, zodat afgezien wordt van deze benadering.

De curve die gefit wordt op basis van het hoogste orthofosfaatgehalte bij de laagste score voor de maatstaf kent een hoge R-waarde. Deze fit lijkt echter minder gevoelig te zijn bij lagere orthofosfaatgehalten dan de fit gebaseerd op het gemiddelde: een kleine verandering in het orthofosfaatgehalte leidt slechts tot een kleine verandering in de verwachte score voor de trofiemaatstaf. Voor het inschatten van de risico's als gevolg van waterinlaat lijkt deze benadering dan ook minder geschikt. De vorm van deze curve wordt daarnaast ook sterk beïnvloed door (toevallige) extreme hoge waarden voor de variabele. Uiteindelijk wordt dan ook gekozen voor de benadering die uitgaat van het gemiddelde.

### 3 RESULTATEN

De resultaten van de analyses worden per variabele grafisch weergegeven. De responsies van alleen maatstaven en variabelen die onderling een verband vertonen, worden gegeven. In bijlage I worden de functies met bijbehorende parameters en de R-waarde in tabelvorm per maatstaf weergegeven.

Hoewel voor de zure sloten geen responsies opgesteld konden worden vanwege het te kleine aantal monsters, kan op basis van literatuurgegevens (o.a. Roelofs, 1991) wel gesteld worden dat vanuit ecologisch oogpunt inlaten van water met een afwijkende samenstelling vermeden dient te worden.

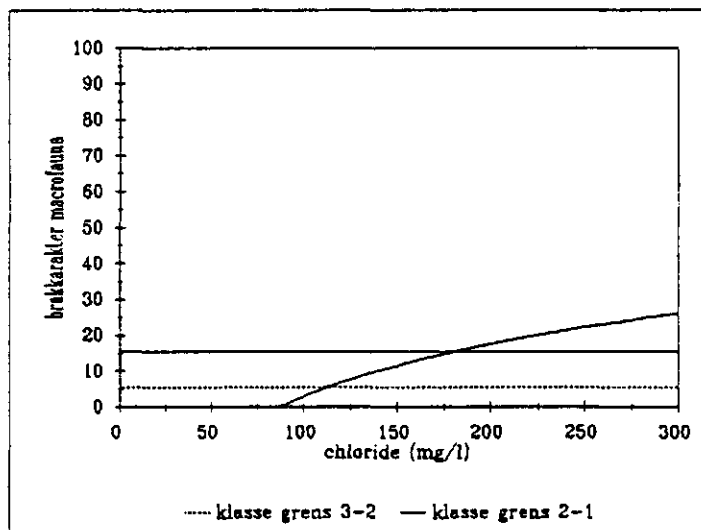
### 3 RESULTATEN

#### 3.1 chloride

zandsloten  
brakkarakter macrofauna  
chloride

$$y = -93.68 + 21.01 \cdot \ln(Cl)$$

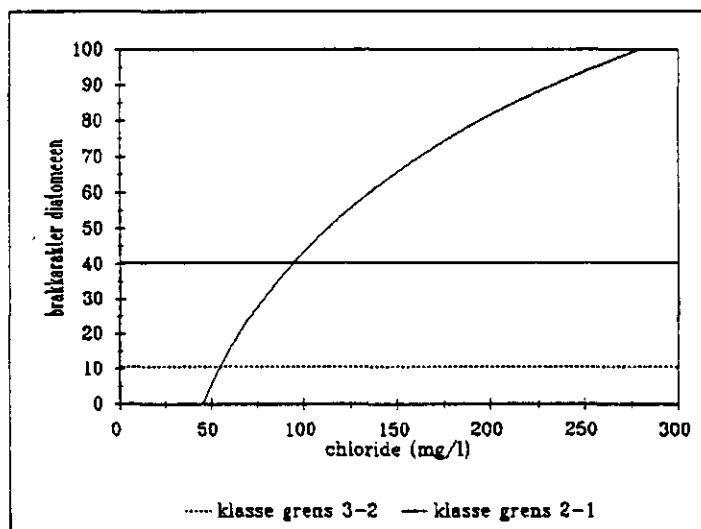
R=0.94



zandsloten  
brakkarakter diatomeeën  
chloride

$$y = -210.04 + 55.06 \cdot \ln(Cl)$$

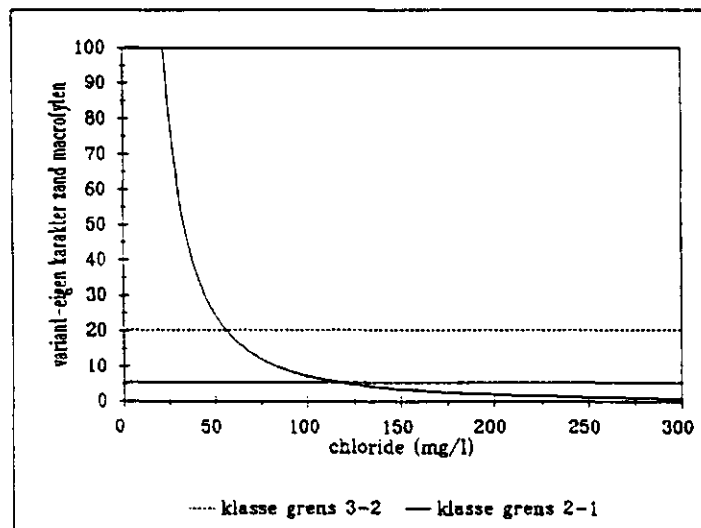
R=0.93



zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
chloride

$$y = 22247.55 \cdot (Cl)^{-1.74}$$

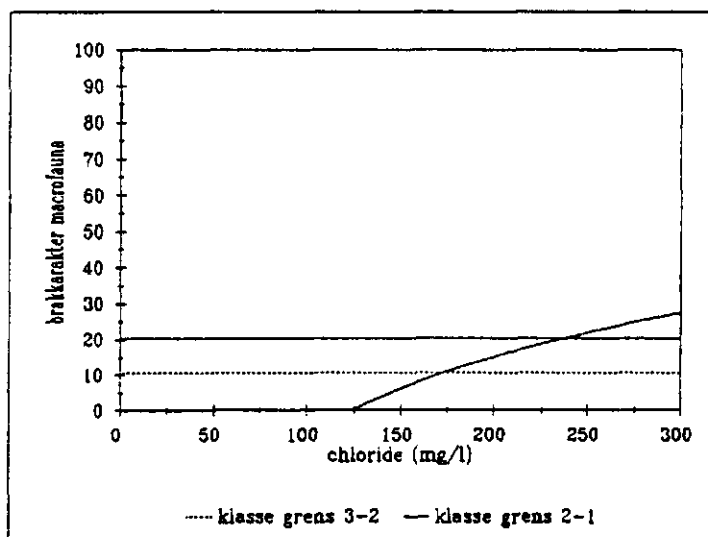
R=0.88



kleislotten  
brakkarakter macrofauna  
chloride

$$y = -148.76 - 30.92 \cdot \ln(CI)$$

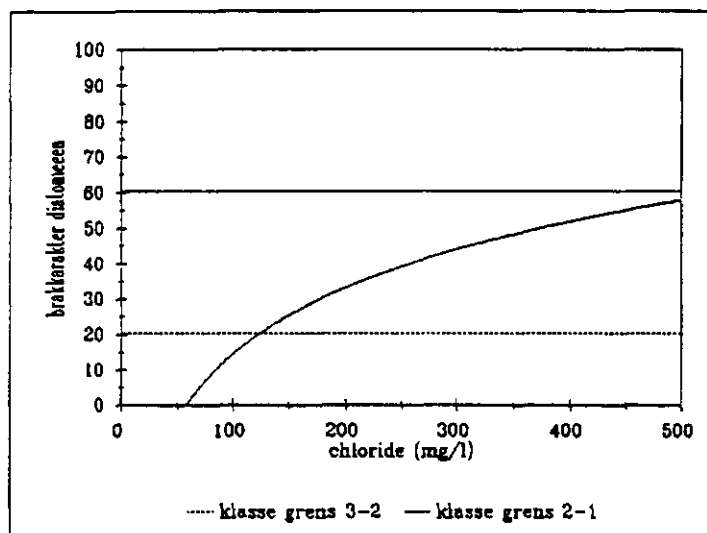
R=0.84



kleislotten  
brakkarakter diatomeeën  
chloride

$$y = -109.49 + 26.95 \cdot \ln(CI)$$

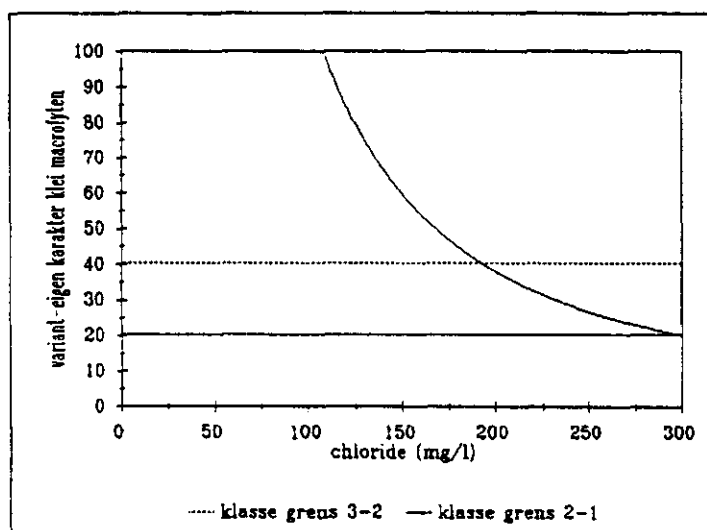
R=0.95



kleislotten  
variant-eigen karakter klei  
chloride

$$y = 155948.18 \cdot (CI)^{-1.57}$$

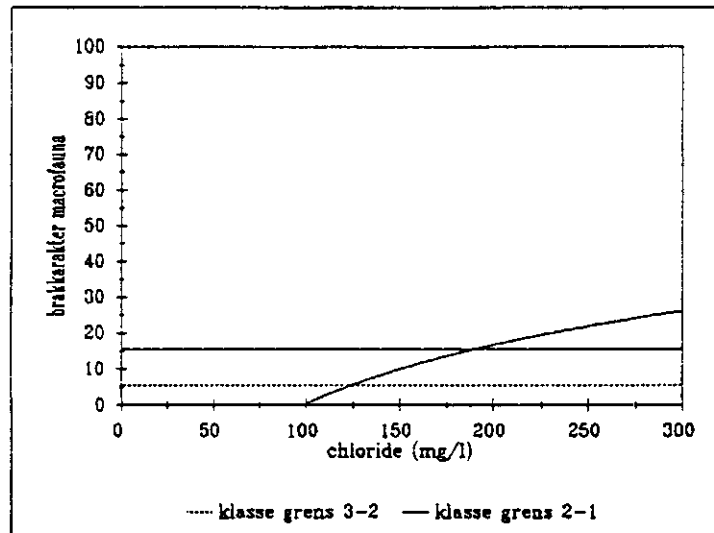
R=0.96



veensloten  
brakkarakter macrofauna  
chloride

$$y = -107.18 + 23.38 \cdot \ln(Cl)$$

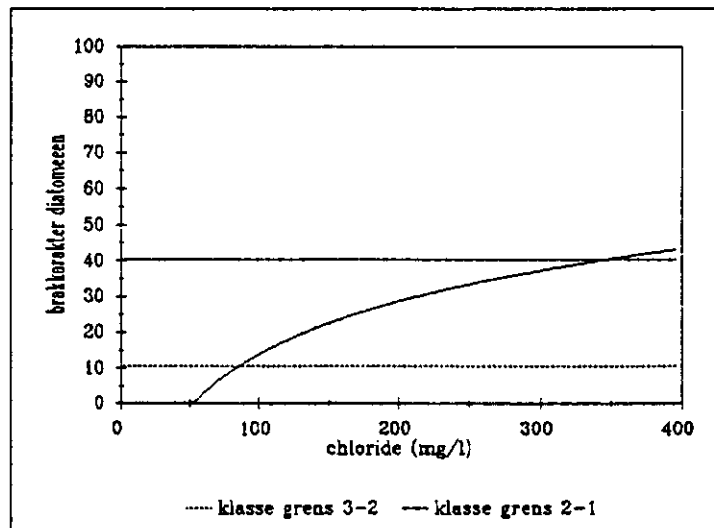
R = 0.99



veensloten  
brakkarakter diatomeeën  
chloride

$$y = -84.03 + 21.29 \cdot \ln(Cl)$$

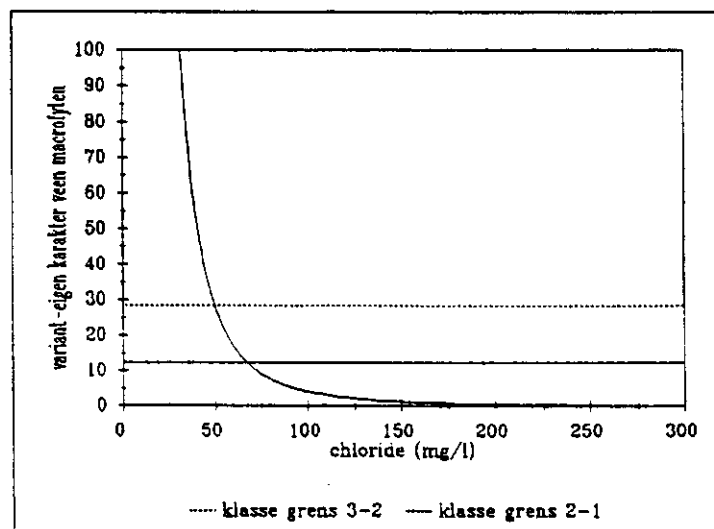
R = 0.96



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
chloride

$$y = 1499323.45 \cdot (Cl)^{-2.78}$$

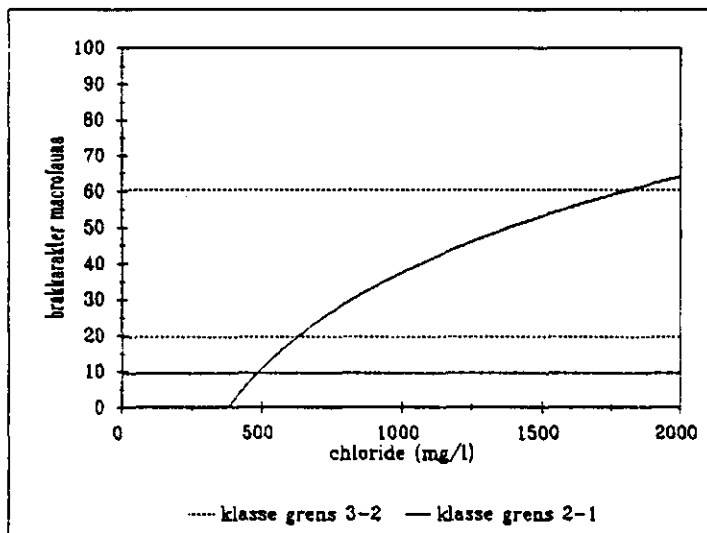
R = 0.98



licht-brakke sloten  
brakkarakter macrofauna  
chloride

$$y = -228.51 + 38.51 \cdot \ln(Cl)$$

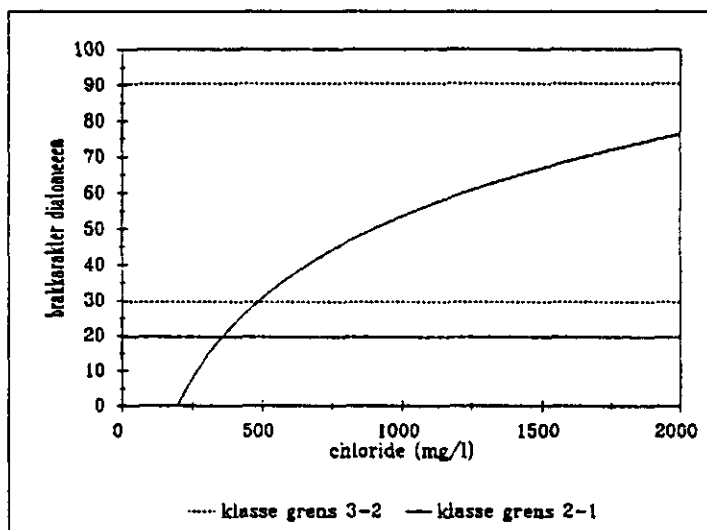
R = 0.98



licht-brakke sloten  
brakkarakter diatomeeën  
chloride

$$y = -173.44 + 32.86 \cdot \ln(Cl)$$

R = 0.91

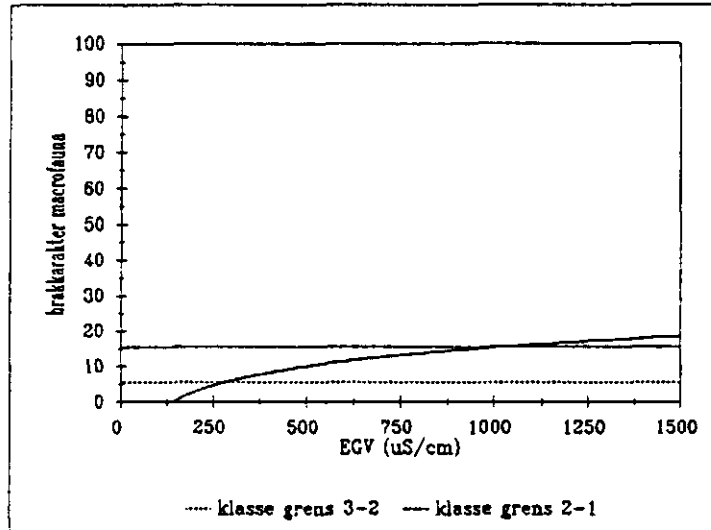


3.2 geleidbaarheid

zandsloten  
brakkarakter macrofauna  
geleidbaarheid

$$y = -38.09 + 7.74 \cdot \ln(EGV)$$

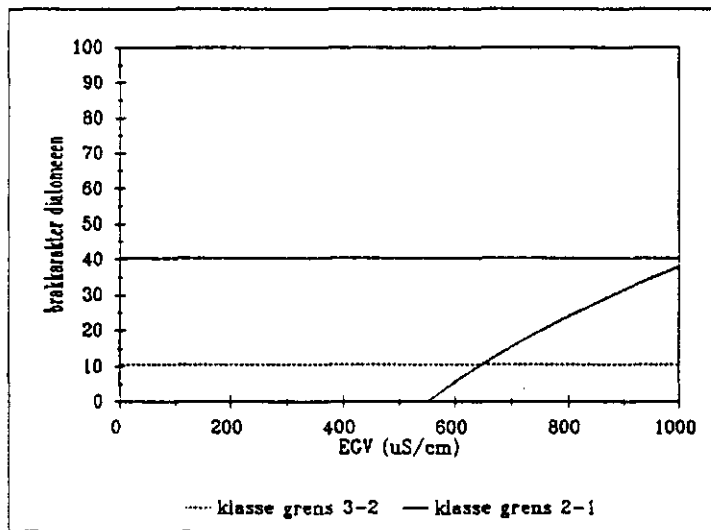
R=0.87



zandsloten  
brakkarakter diatomeeën  
geleidbaarheid

$$y = -400.57 + 63.510 \cdot \ln(EGV)$$

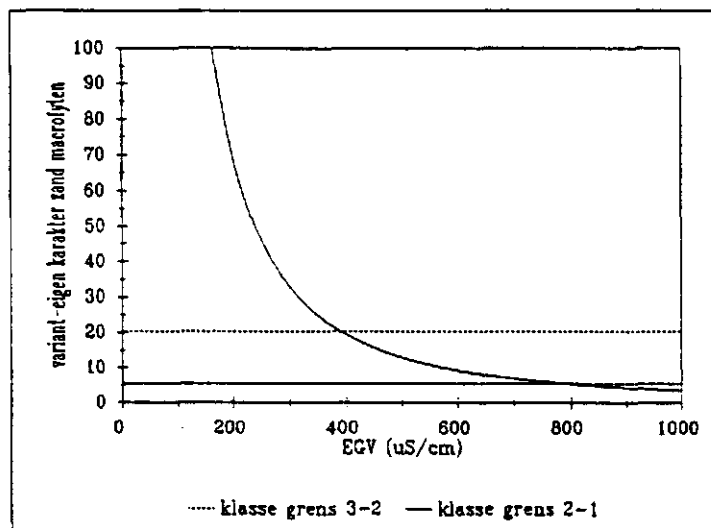
R=0.89



zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
geleidbaarheid

$$y = 1196385.09 \cdot (EGV)^{-1.84}$$

R=0.84

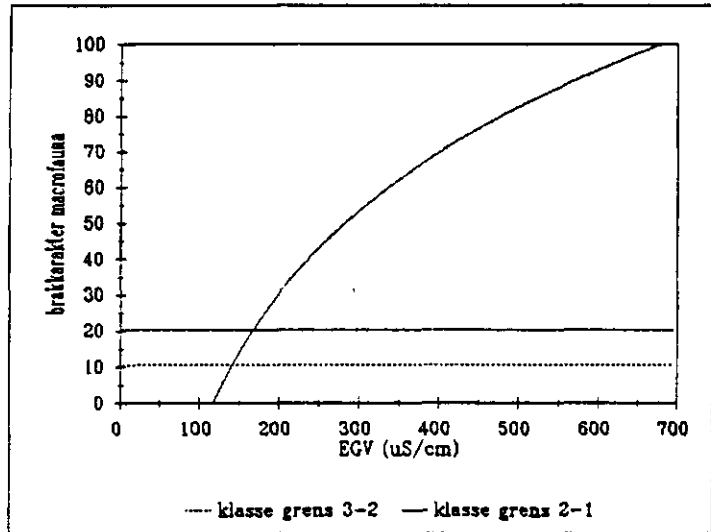




kleislotten  
brakkarakter macrofauna  
geleidbaarheid

$$y = -272.08 + 57.09 \cdot \ln(EGV)$$

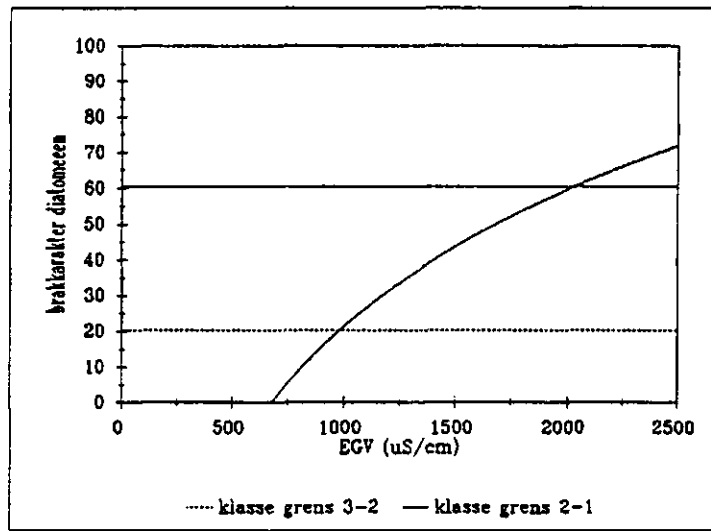
R=0.95



kleislotten  
brakkarakter diatomeeën  
geleidbaarheid

$$y = -359.47 + 55.14 \cdot \ln(EGV)$$

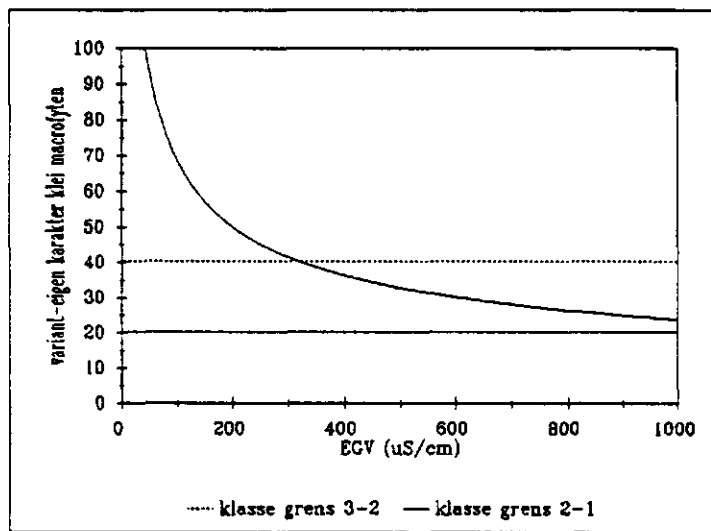
R=0.95



kleislotten  
variant-eigen karakter klei  
geleidbaarheid

$$y = 573.75 \cdot (EGV)^{-0.46}$$

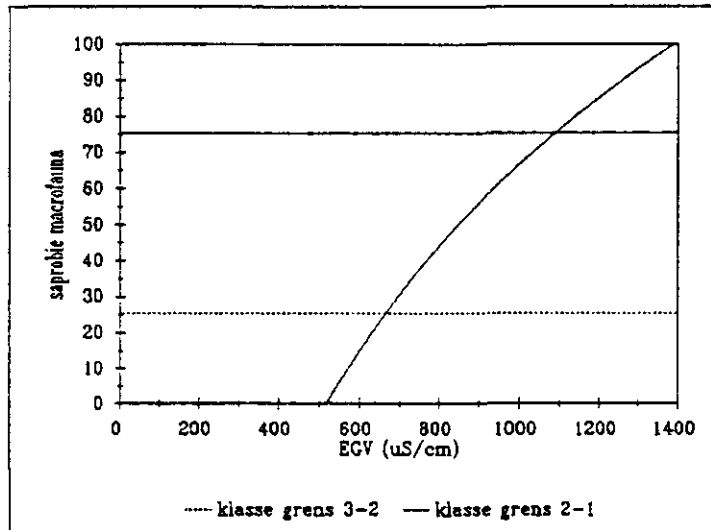
R=0.91



kleislotten  
saprobie macrofauna  
geleidbaarheid

$$y = -634.26 + 101.48 \cdot \ln(EGV)$$

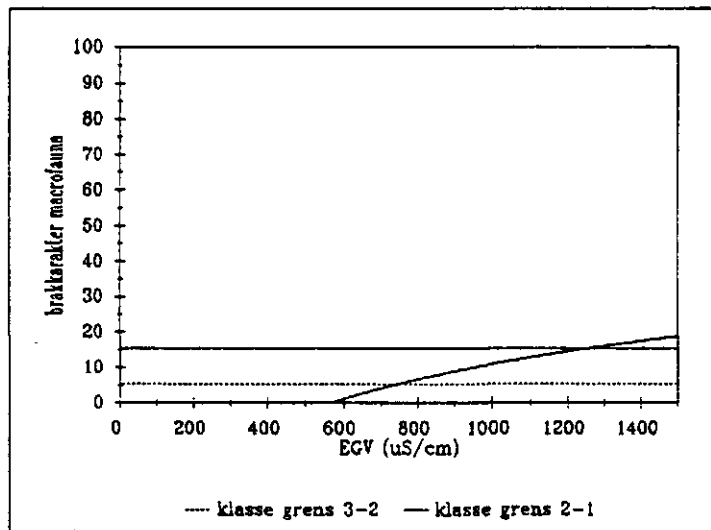
R = 0.91



veensloten  
brakkarakter macrofauna  
geleidbaarheid

$$y = -121.80 + 19.24 \cdot \ln(EGV)$$

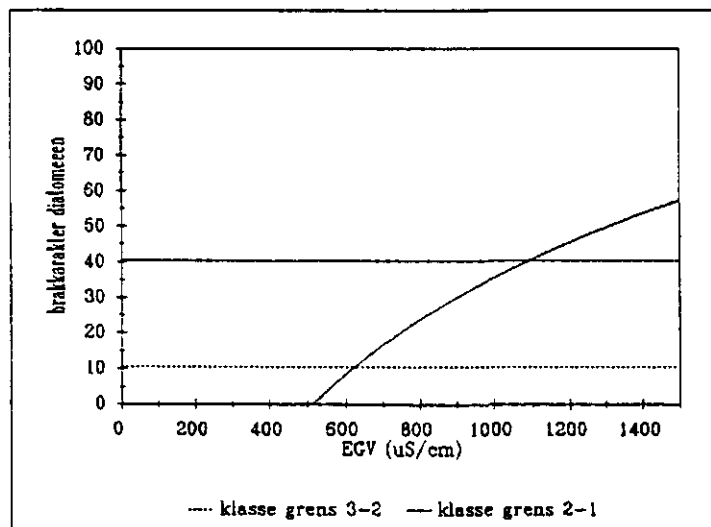
R = 0.92



veensloten  
brakkarakter diatomeeën  
geleidbaarheid

$$y = -333.77 + 53.49 \cdot \ln(EGV)$$

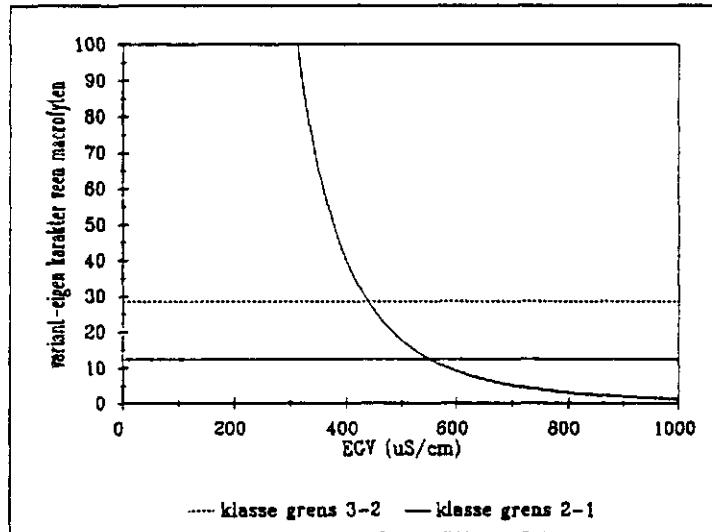
R = 0.94



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
geleidbaarheid

$$y = 1.509 \cdot 10^{11} \cdot (EGV)^{-3.64}$$

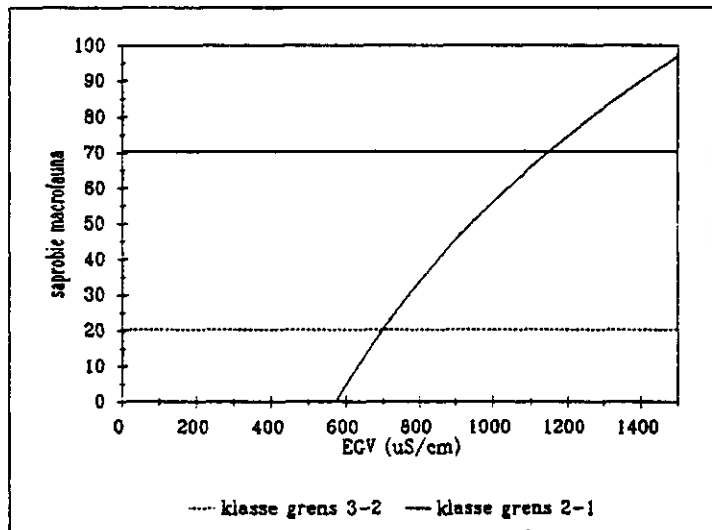
R = 0.99



veensloten  
saprobie macrofauna  
geleidbaarheid

$$y = -638.22 + 100.53 \cdot \ln(EGV)$$

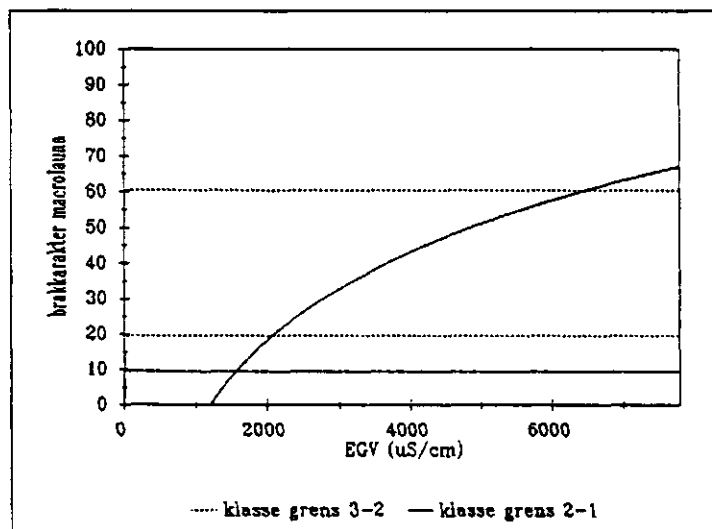
R = 0.97



licht-brakke sloten  
brakkarakter macrofauna  
geleidbaarheid

$$y = -253.95 + 35.83 \cdot \ln(EGV)$$

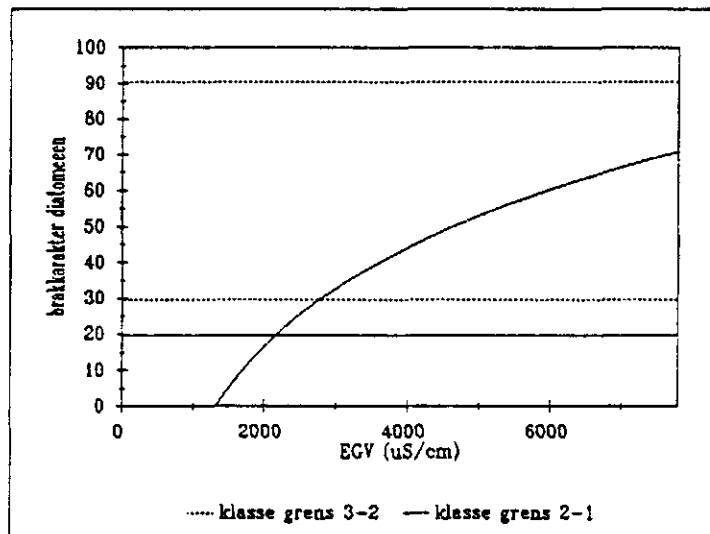
R = 0.96



licht-brakke sloten  
brakkarakter diatomeeën  
geleidbaarheid

$$y = -286.64 + 39.89 \cdot \ln(EGV)$$

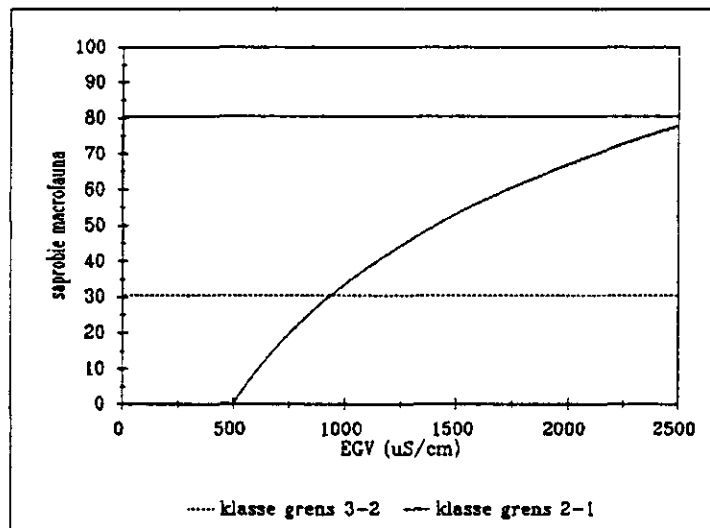
R=0.78



licht-brakke sloten  
saprobie macrofauna  
geleidbaarheid

$$y = -299.77 + 48.27 \cdot \ln(EGV)$$

R=0.93

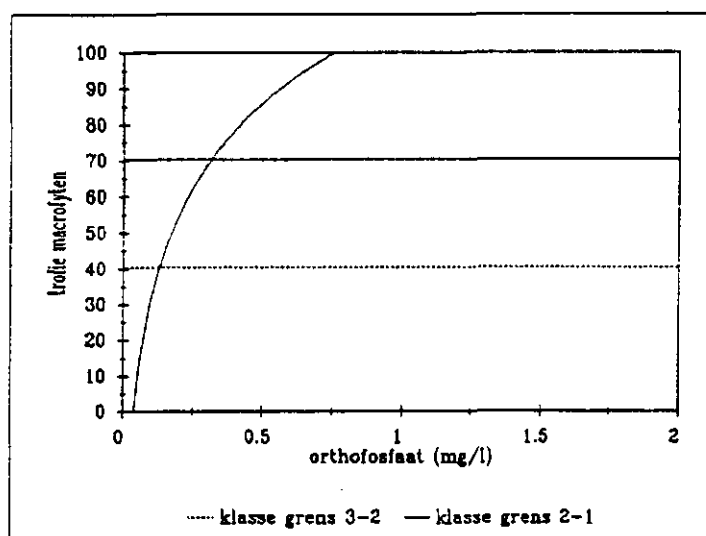


### 3.3 orthofosfaat

zandsloten  
trofie macrofyten  
orthofosfaat

$$y = 109.58 + 34.00 \cdot \ln(o-PO_4)$$

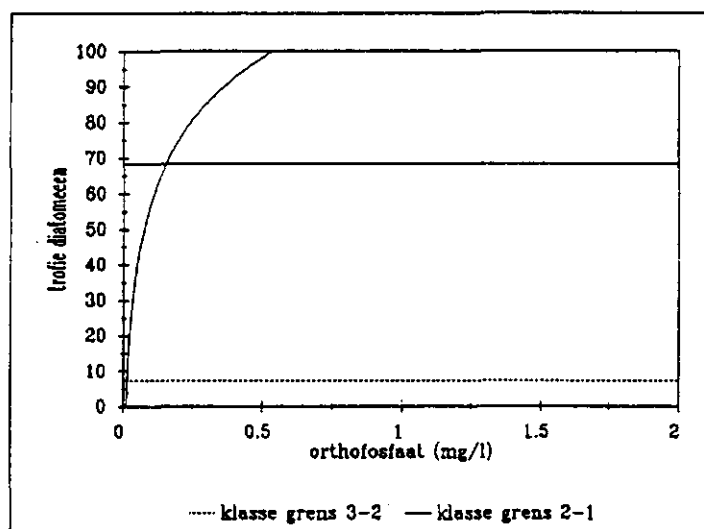
R = 0.92



zandsloten  
trofie diatomeeën  
orthofosfaat

$$y = 116.14 + 25.52 \cdot \ln(o-PO_4)$$

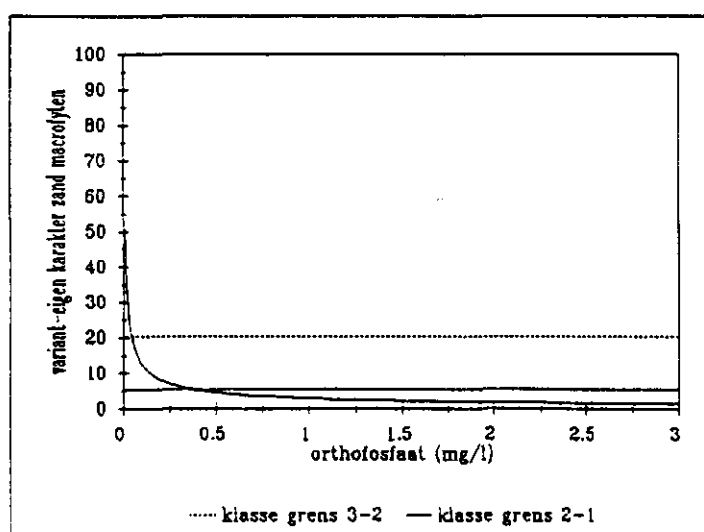
R = 0.94



zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
orthofosfaat

$$y = 3.05 \cdot (o-PO_4)^{-0.61}$$

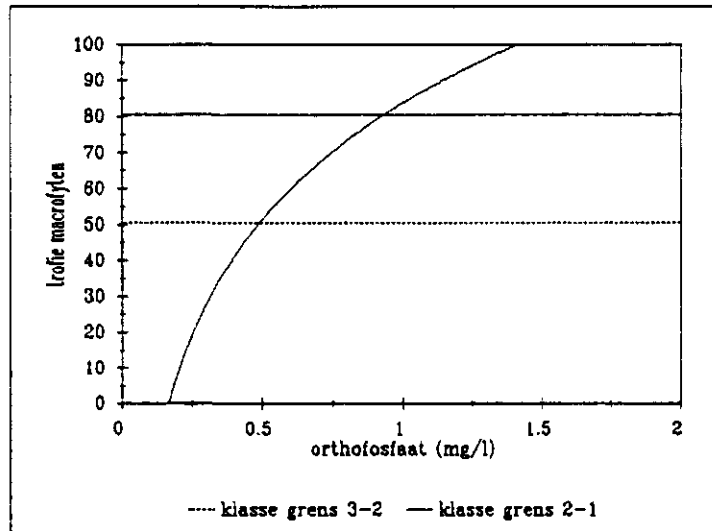
R = 0.87



kleislotten  
trofie macrofyten  
orthofosfaat

$$y = 83.83 + 46.75 \cdot \ln(o-PO_4)$$

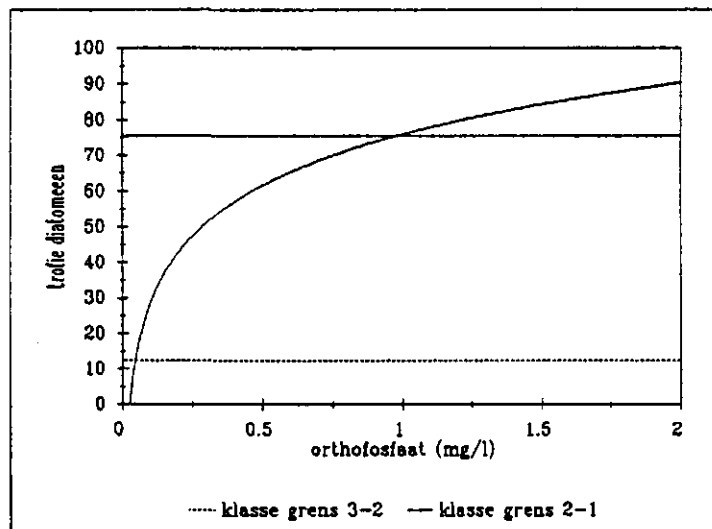
R=0.85



kleislotten  
trofie diatomeeën  
orthofosfaat

$$y = 76.05 + 20.66 \cdot \ln(o-PO_4)$$

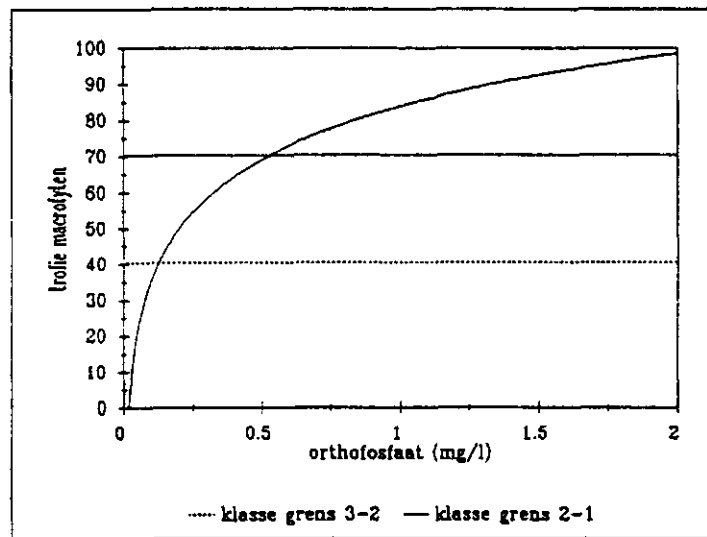
R=0.97



veensloten  
trofie macrofyten  
orthofosfaat

$$y = 83.92 + 21.16 \cdot \ln(o-PO_4)$$

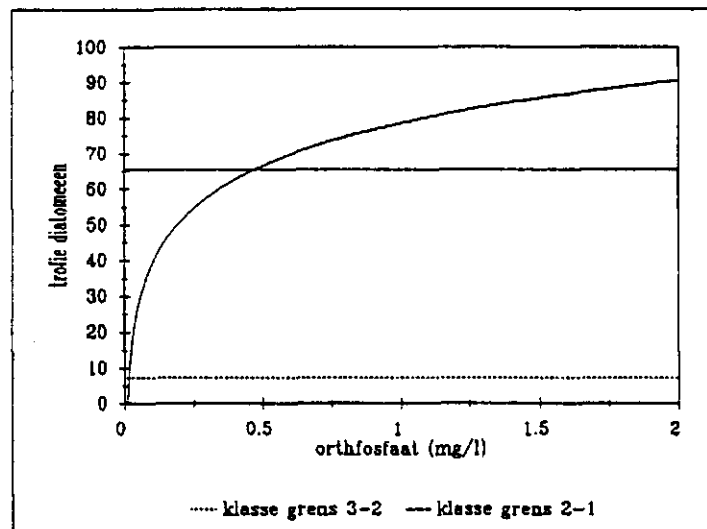
R=0.95



veensloten  
trofie diatomeeën  
orthofosfaat

$$y = 78.61 + 17.27 \cdot \ln(o-PO_4)$$

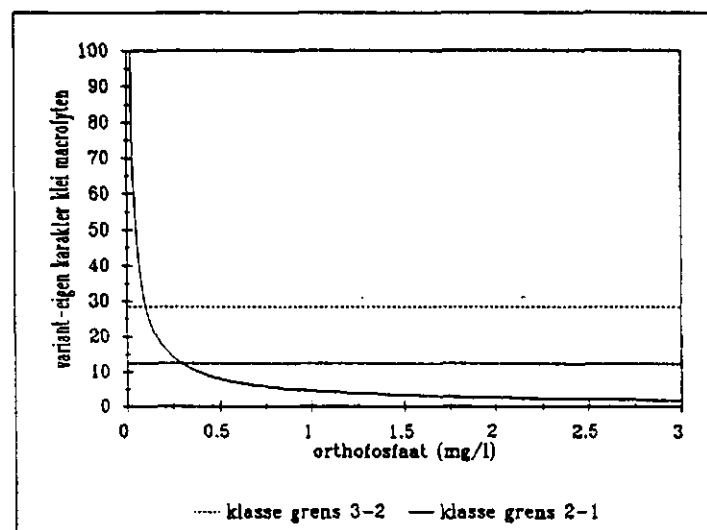
R=0.92



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
orthofosfaat

$$y = 4.64 \cdot (o-PO_4)^{-0.80}$$

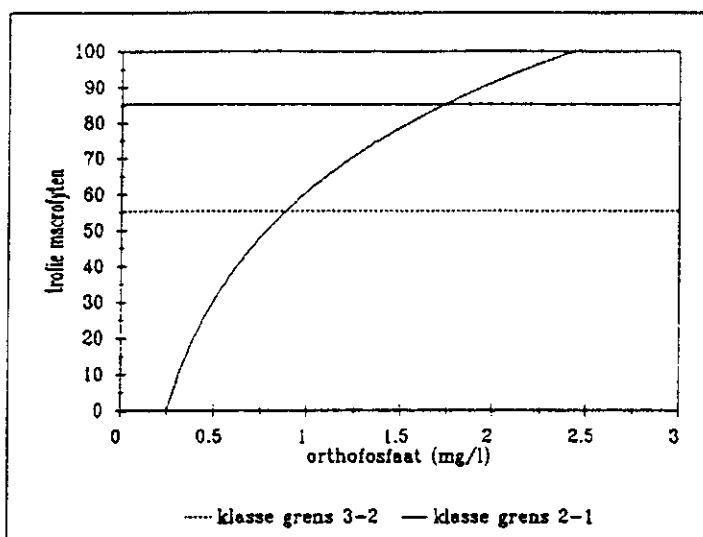
R=0.95



licht-brakke sloten  
trofie macrofyten  
orthofosfaat

$$y = 61.03 + 44.02 \cdot \ln(o-PO_4)$$

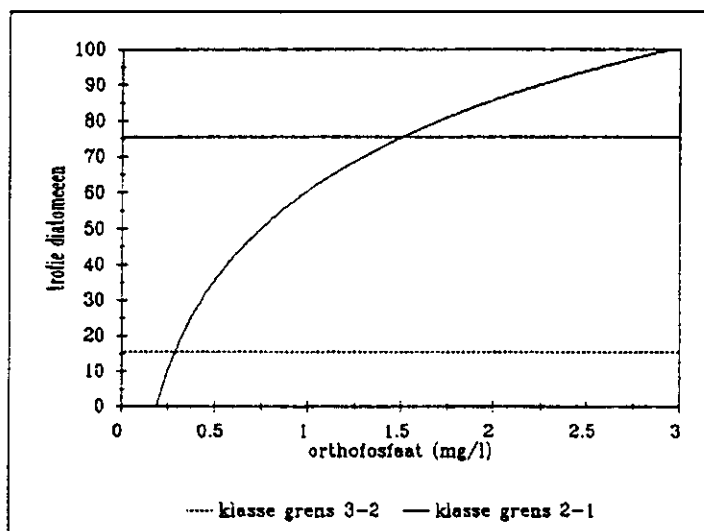
R=0.94



licht-brakke sloten  
trofie diatomeeën  
orthofosfaat

$$y = 60.67 + 36.31 \cdot \ln(o-PO_4)$$

R=0.88



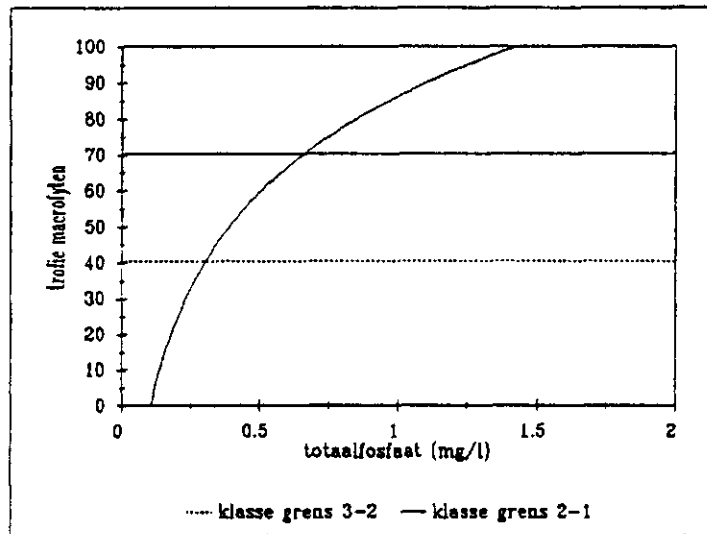


3.4 totaalfosfaat

zandsloten  
trofie macrofyten  
totaalfosfaat

$$y = 86.31 + 38.60 \cdot \ln(t - PO_4)$$

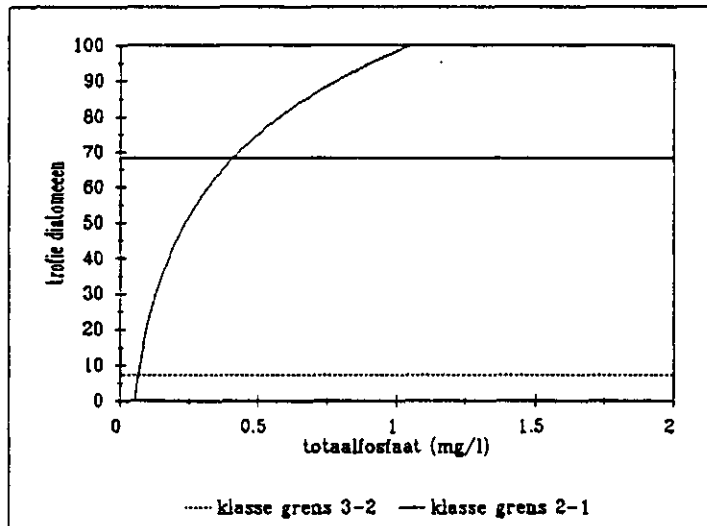
R = 0.93



zandsloten  
trofie diatomeeën  
totaalfosfaat

$$y = 98.43 + 33.50 \cdot \ln(t - PO_4)$$

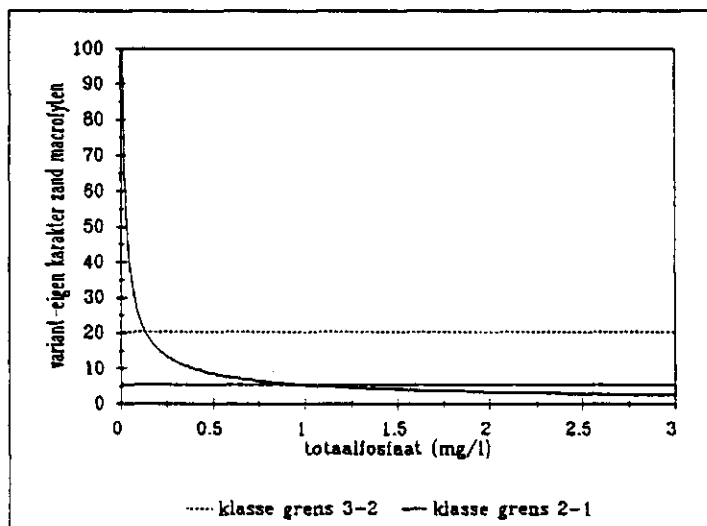
R = 0.97



zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
totaalfosfaat

$$y = 5.44 \cdot (t - PO_4)^{-0.65}$$

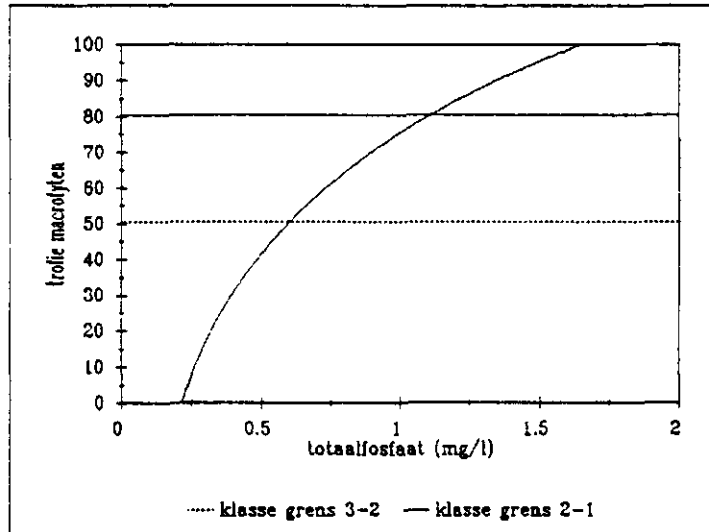
R = 0.81



kleislotten  
trofie macrofyten  
totaalfosfaat

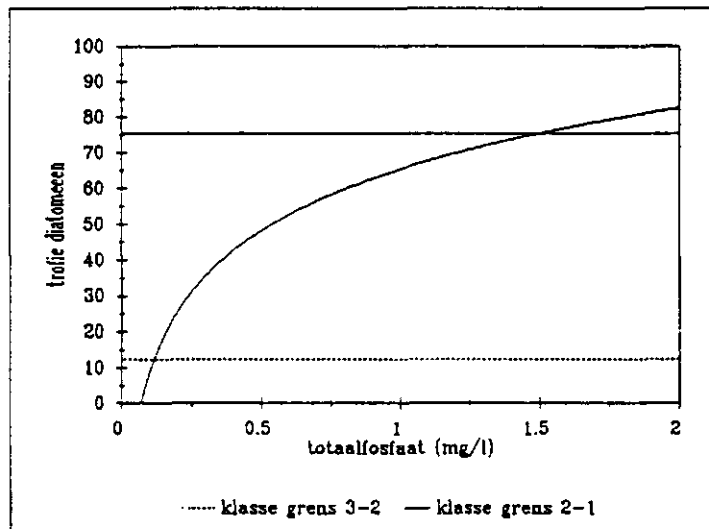
$$y = 75.48 + 48.88 * \ln(t - PO_4)$$

R=0.95



kleislotten  
trofie diatomeeën  
totaalfosfaat

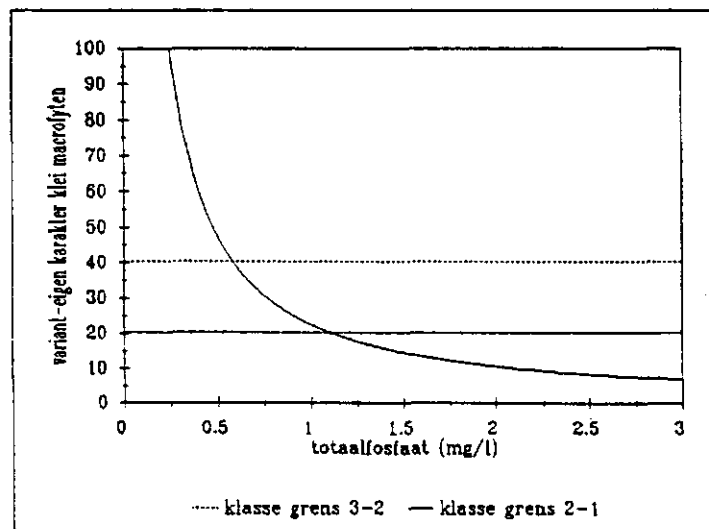
$$y = 65.49 + 24.75 * \ln(t - PO_4)$$



kleislotten  
variant-eigen karakter klei  
totaalfosfaat

$$y = 22.57 * (t - PO_4)^{-1.07}$$

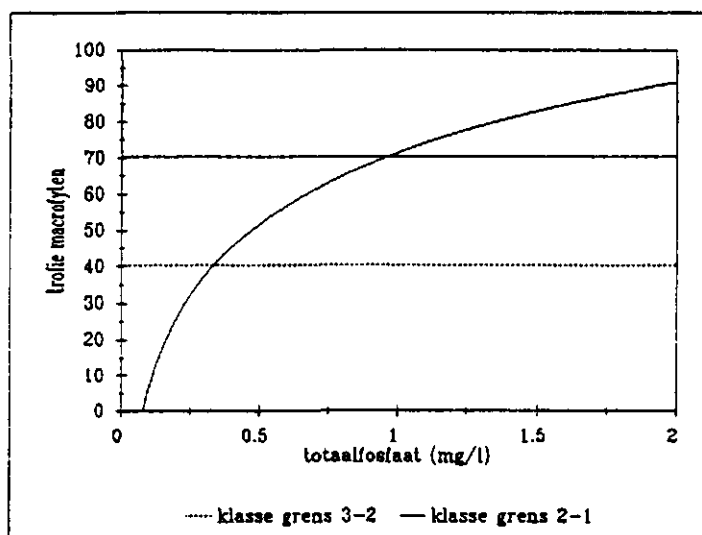
R=0.92



veensloten  
trofie macrofyten  
totaalfosfaat

$$y = 71.49 + 28.40 \cdot \ln(t - PO_4)$$

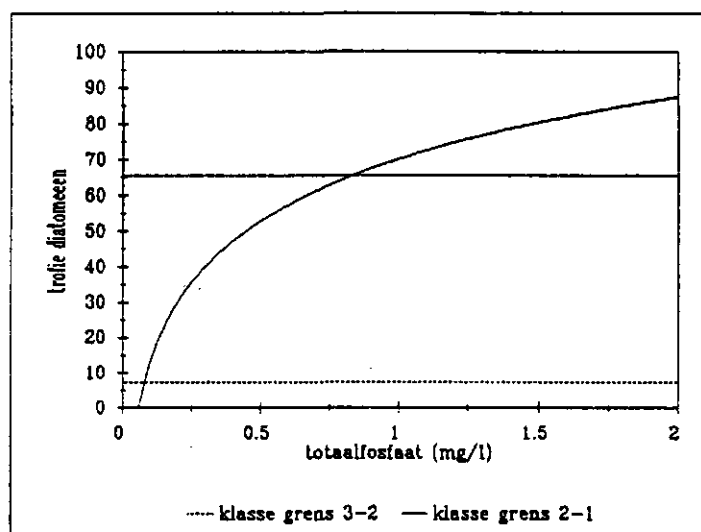
R = 0.92



veensloten  
trofie diatomeeën  
totaalfosfaat

$$y = 70.24 + 24.98 \cdot \ln(t - PO_4)$$

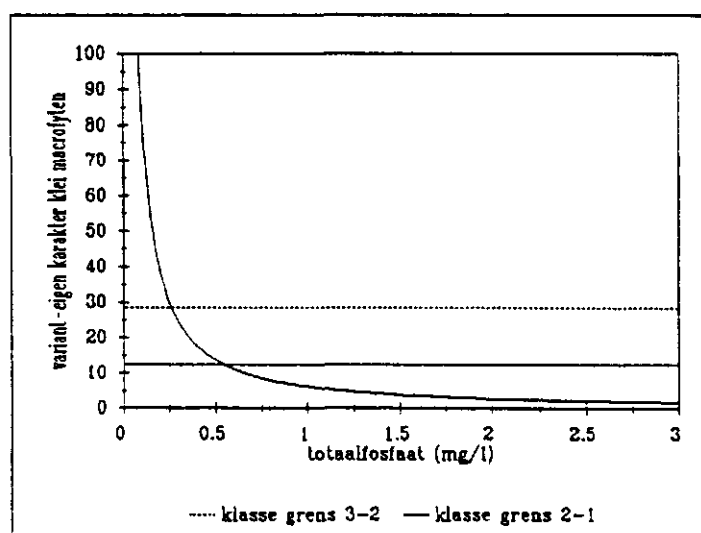
R = 0.91



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
totaalfosfaat

$$y = 6.18 \cdot (t - PO_4)^{-1.14}$$

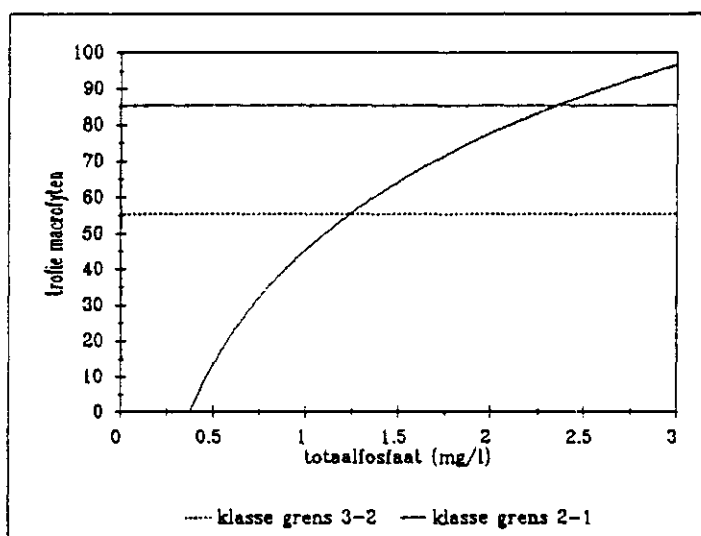
R = 0.95



licht-brakke sloten  
trofie macrofyten  
totaalfosfaat

$$y=45.50+46.61 \cdot \ln(t-PO_4)$$

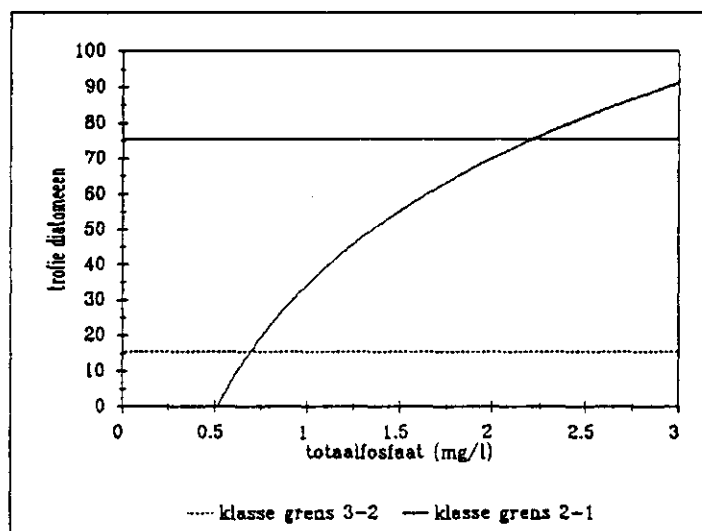
R=0.87



licht-brakke sloten  
trofie diatomeeën  
totaalfosfaat

$$y=34.27+51.84 \cdot \ln(t-PO_4)$$

R=0.91

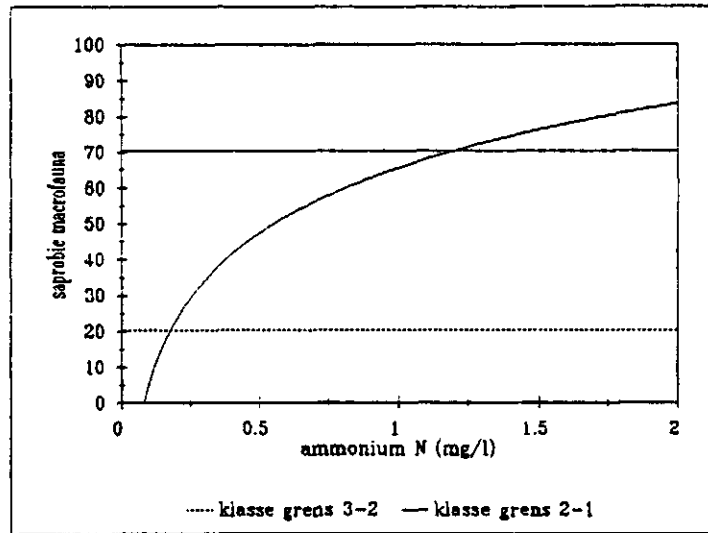


3.5 ammoniumstikstof

zandsloten  
saprobie macrofauna  
ammoniumstikstof

$$y = 65.65 + 26.26 \cdot \ln(NH_4-N)$$

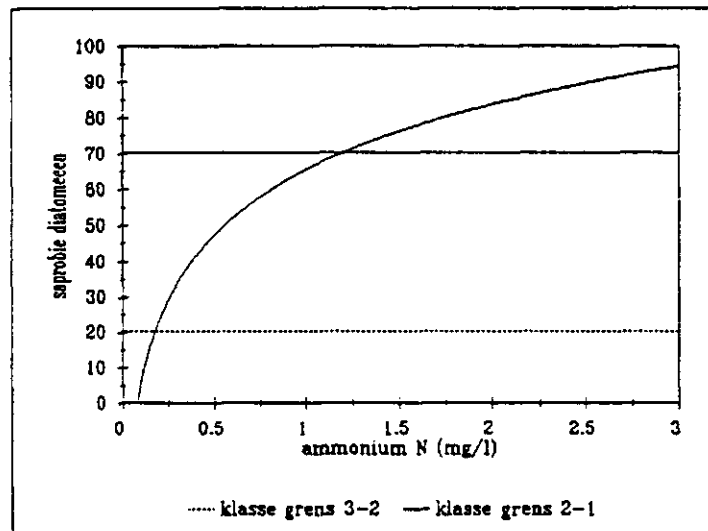
R=0.93



zandsloten  
saprobie diatomeeën  
ammoniumstikstof

$$y = 52.38 + 39.54 \cdot \ln(NH_4-N)$$

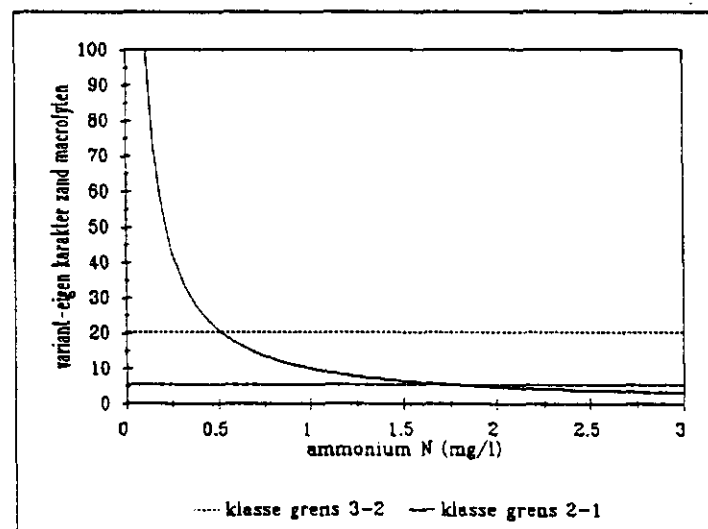
R=0.93



zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
ammoniumstikstof

$$y = 10.03 \cdot (NH_4-N)^{-1.05}$$

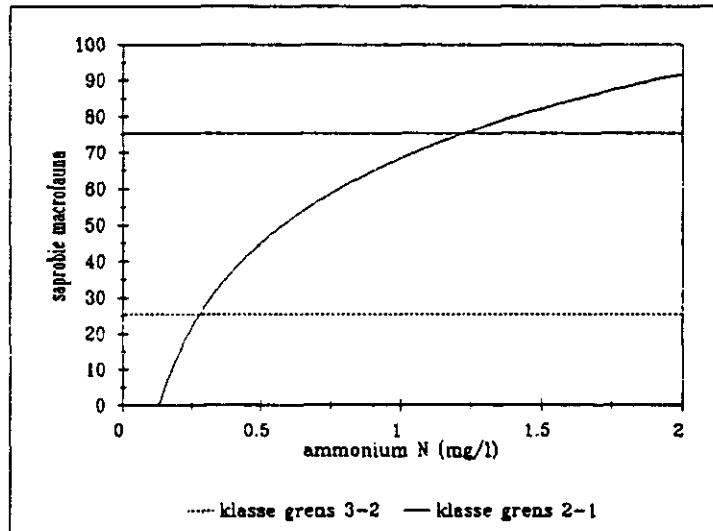
R=0.84



kleislotten  
 saprobie macrofauna  
 ammoniumstikstof

$$y = 68.53 + 33.71 \cdot \ln(NH_4 - N)$$

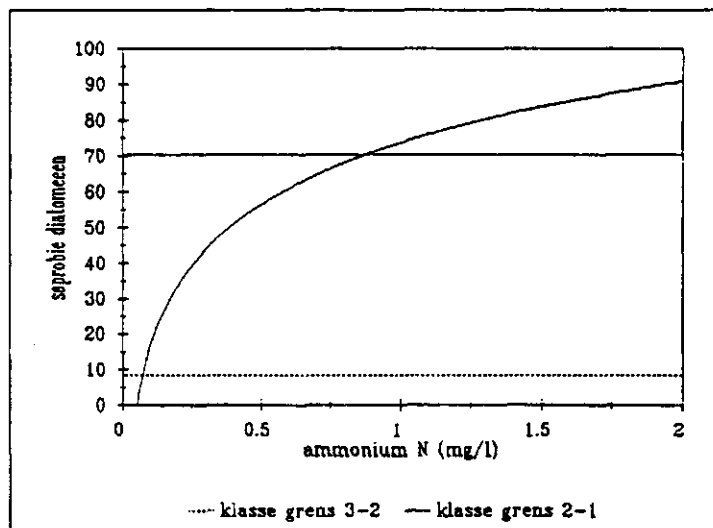
R = 0.97



kleislotten  
 saprobie diatomeeën  
 ammoniumstikstof

$$y = 73.76 + 24.78 \cdot \ln(NH_4 - N)$$

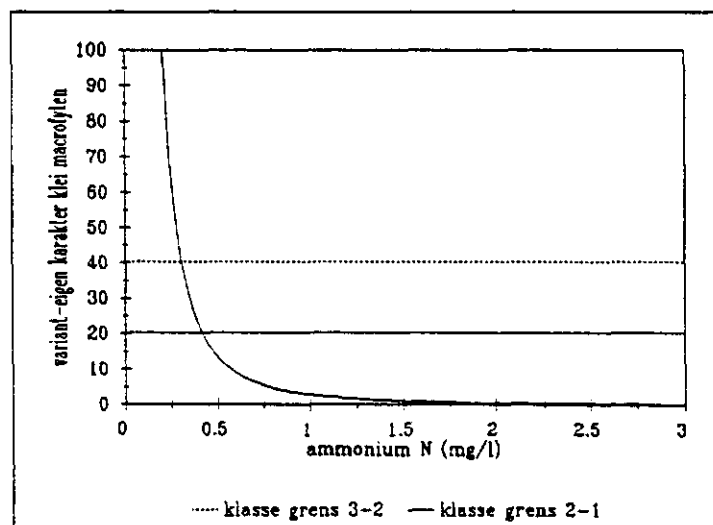
R = 0.90



kleislotten  
 variant-eigen karakter klei  
 ammoniumstikstof

$$y = 2.91 \cdot (NH_4 - N)^{-2.22}$$

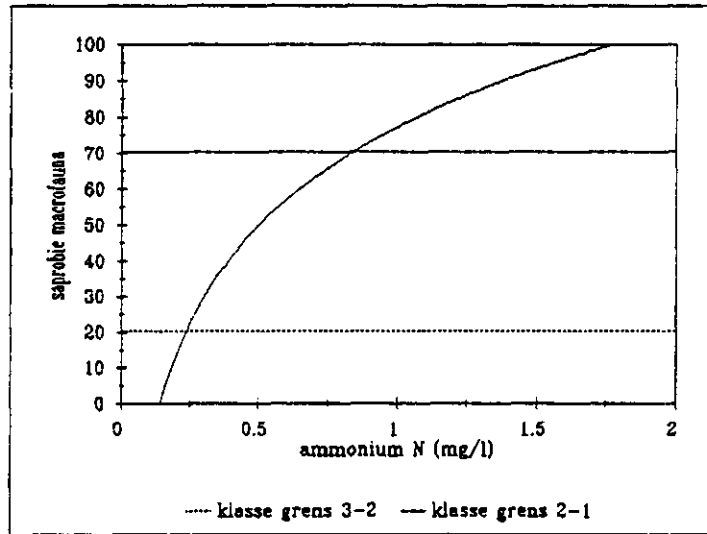
R = 0.87



veensloten  
 saprobie macrofauna  
 ammoniumstikstof

$$y = 77.39 + 39.62 \cdot \ln(NH_4 - N)$$

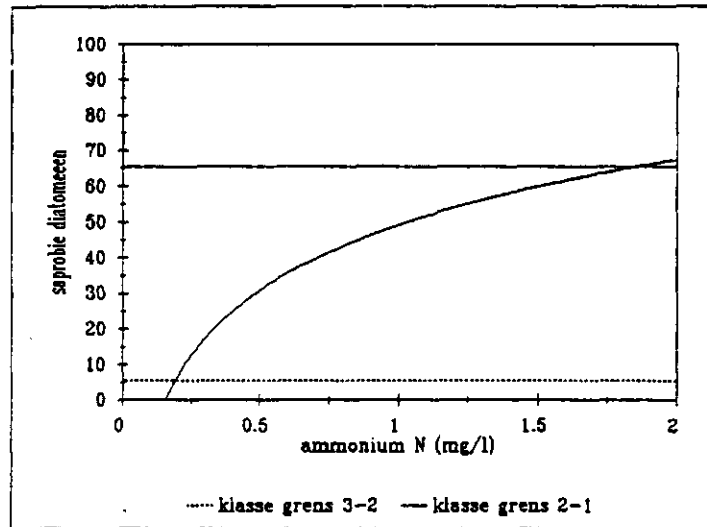
R = 0.97



veensloten  
 saprobie diatomeeën  
 ammoniumstikstof

$$y = 49.26 + 26.47 \cdot \ln(NH_4 - N)$$

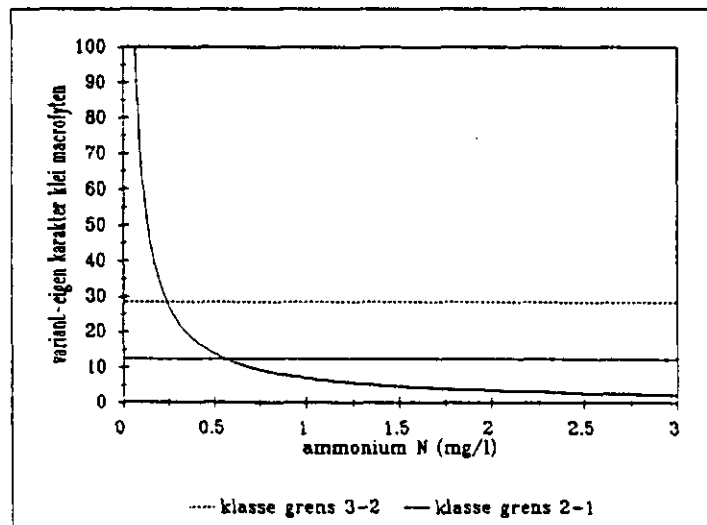
R = 0.94



veensloten  
 variant-eigen karakter veen  
 ammoniumstikstof

$$y = 6.99 \cdot (NH_4 - N)^{-0.98}$$

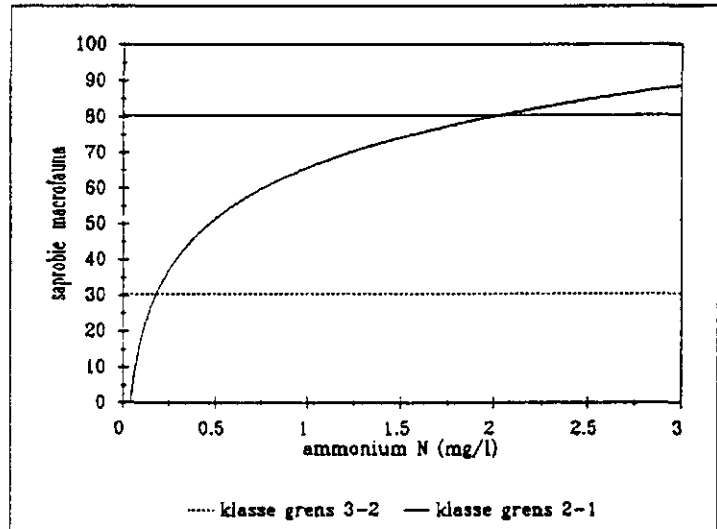
R = 0.92



licht-brakke sloten  
saprobie macrofauna  
ammoniumstikstof

$$y = 65.89 + 20.67 \cdot \ln(\text{NH}_4\text{-N})$$

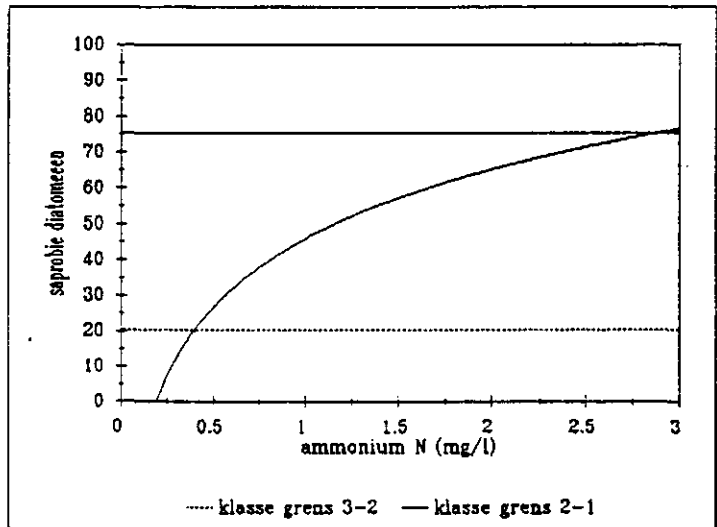
R=0.84



licht-brakke sloten  
saprobie diatomeeën  
ammoniumstikstof

$$y = 46.02 + 27.86 \cdot \ln(\text{NH}_4\text{-N})$$

R=0.88



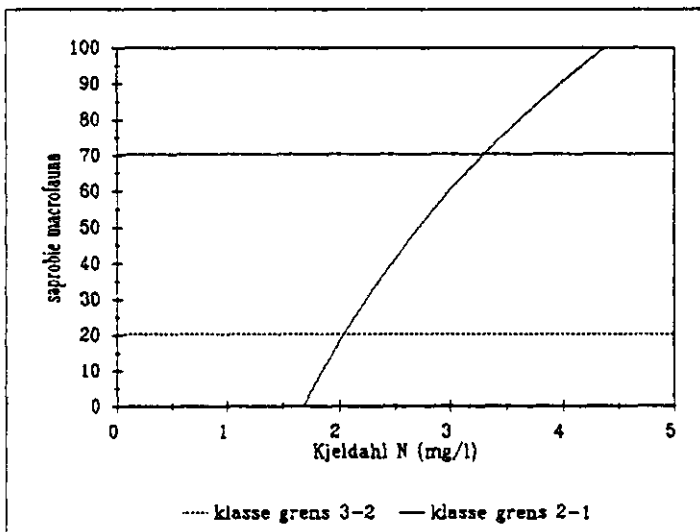


### 3.6 Kjeldahlstikstof

zandsloten  
saprobie macrofauna  
Kjeldahlstikstof

$$y = -54.67 + 104.77 \cdot \ln(NKjeld)$$

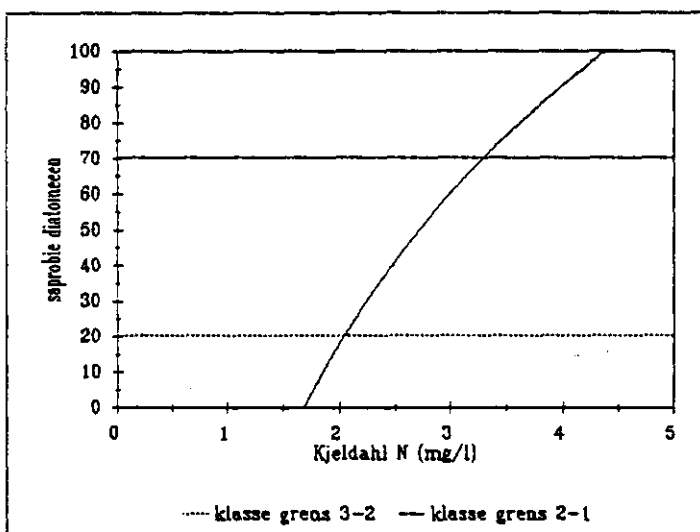
R = 0.90



zandsloten  
saprobie diatomeeën  
Kjeldahlstikstof

$$y = -37.55 + 77.90 \cdot \ln(NKjeld)$$

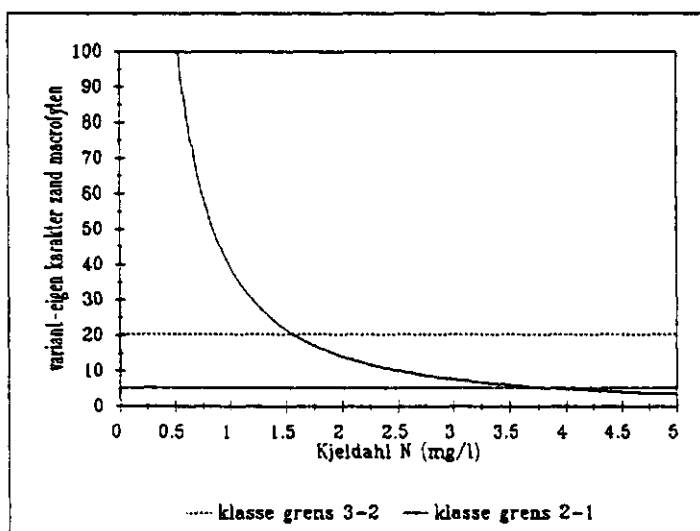
R = 0.90



zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
Kjeldahlstikstof

$$y = 39.48 \cdot (NKjeld)^{-1.48}$$

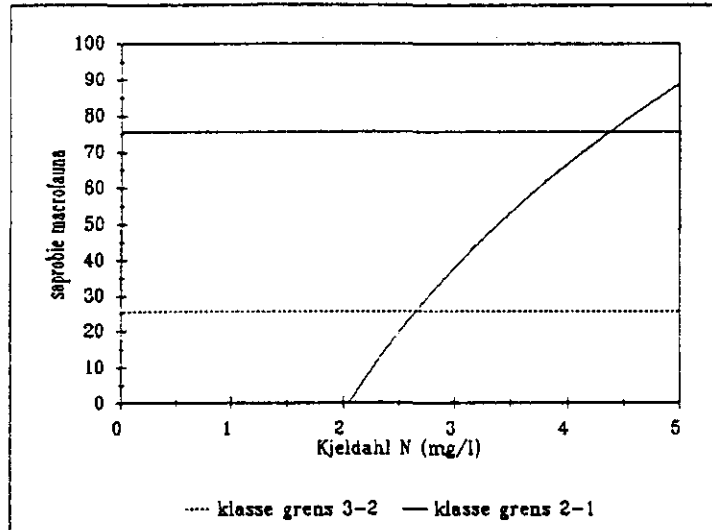
R = 0.90



kleisløten  
 saprobie macrofauna  
 Kjeldahlstikstof

$$y = -71.93 + 99.98 \cdot \ln(NKjeld)$$

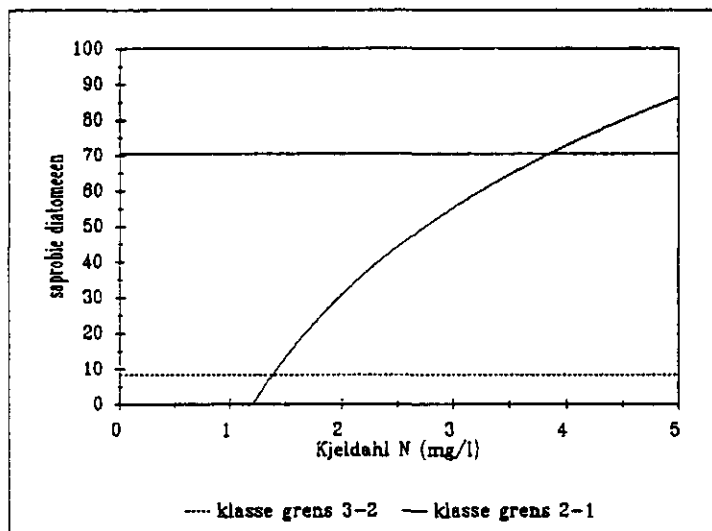
R = 0.76



kleisløten  
 saprobie diatomeeën  
 Kjeldahlstikstof

$$y = -11.36 + 60.76 \cdot \ln(NKjeld)$$

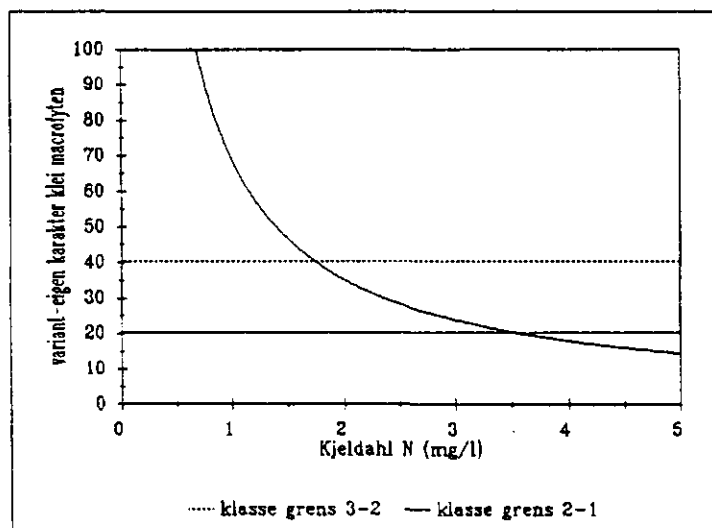
R = 0.95



kleisløten  
 variant-eigen karakter klei  
 Kjeldahlstikstof

$$y = 69.20 \cdot (NKjeld)^{-0.97}$$

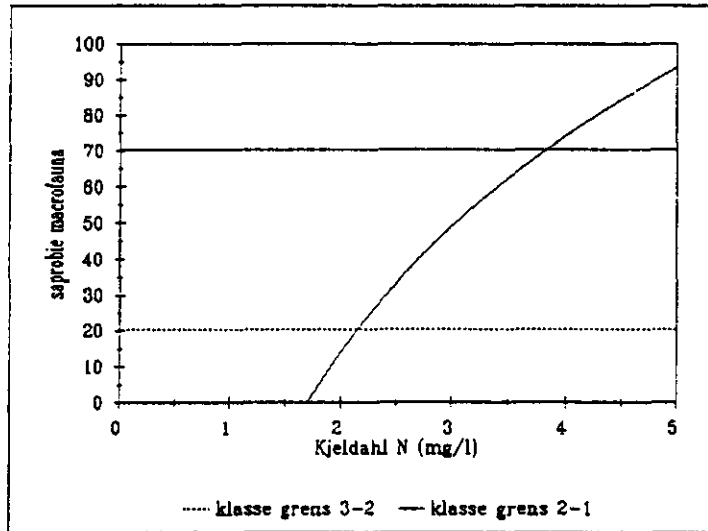
R = 0.84



veensloten  
saprobie macrofauna  
Kjeldahlstikstof

$$y = -46.21 + 86.85 \cdot \ln(NKjeld)$$

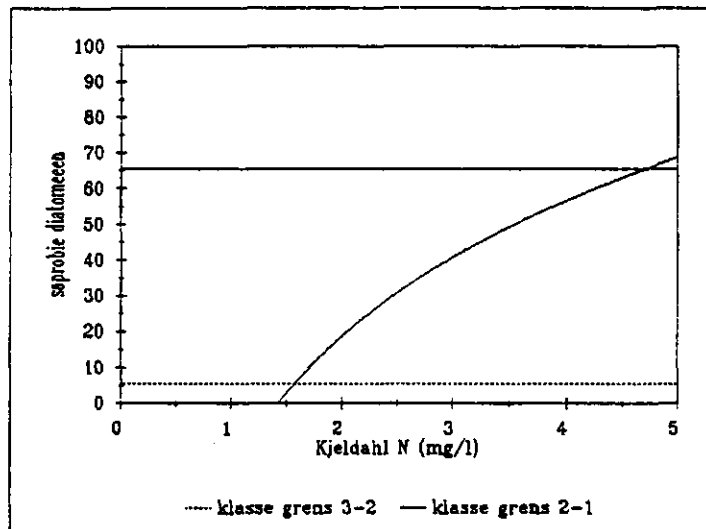
R=0.86



veensloten  
saprobie diatomeeën  
Kjeldahlstikstof

$$y = -19.29 + 54.79 \cdot \ln(NKjeld)$$

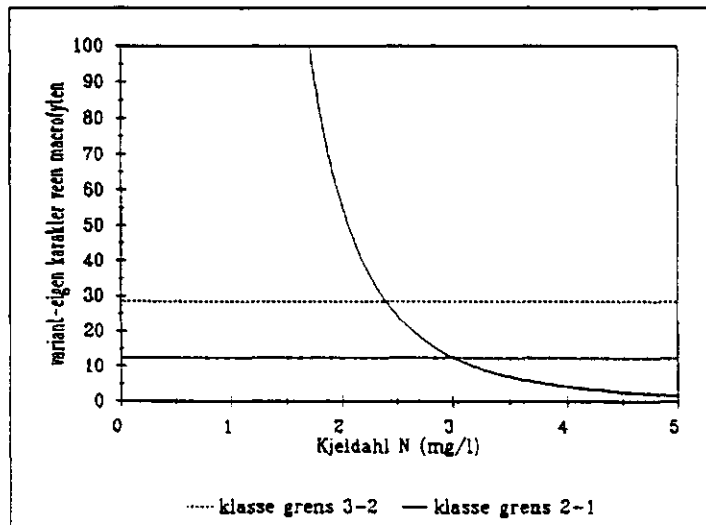
R=0.90



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
Kjeldahlstikstof

$$y = 718.46 \cdot (NKjeld)^{-3.69}$$

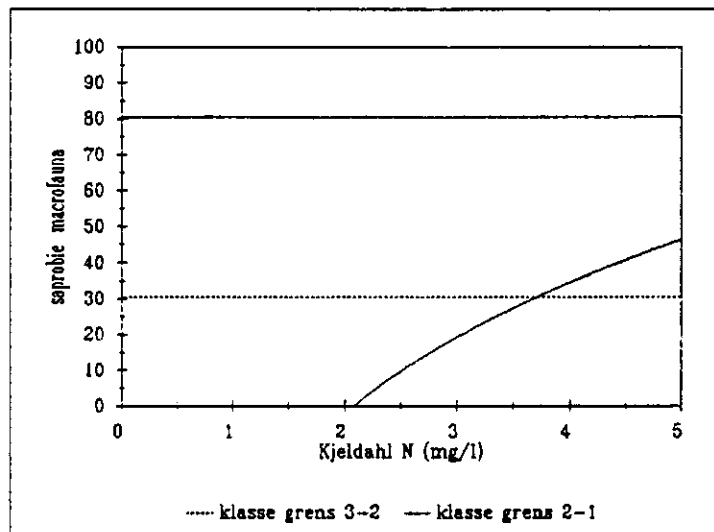
R=0.97



licht-brakke sloten  
saprobie macrofauna  
Kjeldahlstikstof

$$y = -38.38 + 52.60 \cdot \ln(NKjeld)$$

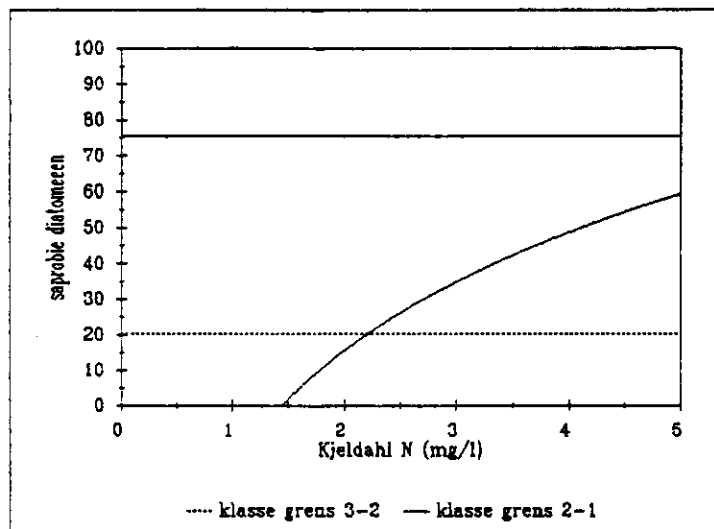
R = 0.68



licht-brakke sloten  
saprobie diatomeeën  
Kjeldahlstikstof

$$y = -17.46 + 42.46 \cdot \ln(NKjeld)$$

R = 0.81

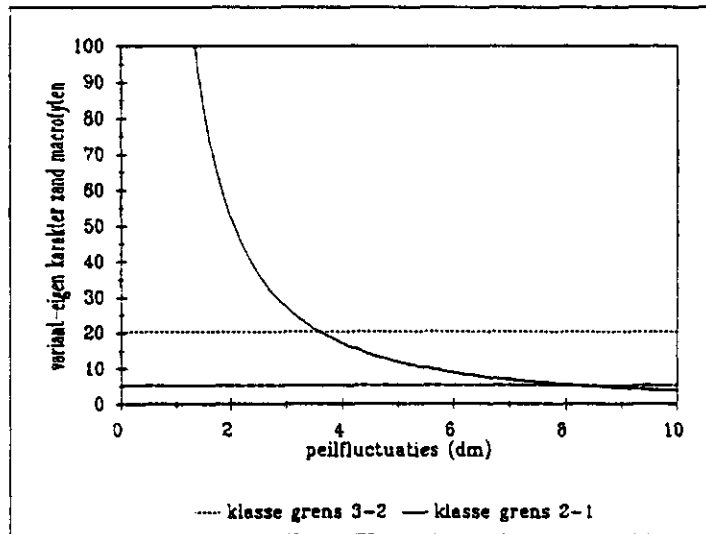


3.7 peilfluctuatie

zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
peilfluctuatie

$$y = 159.54 * (peilfl)^{-1.61}$$

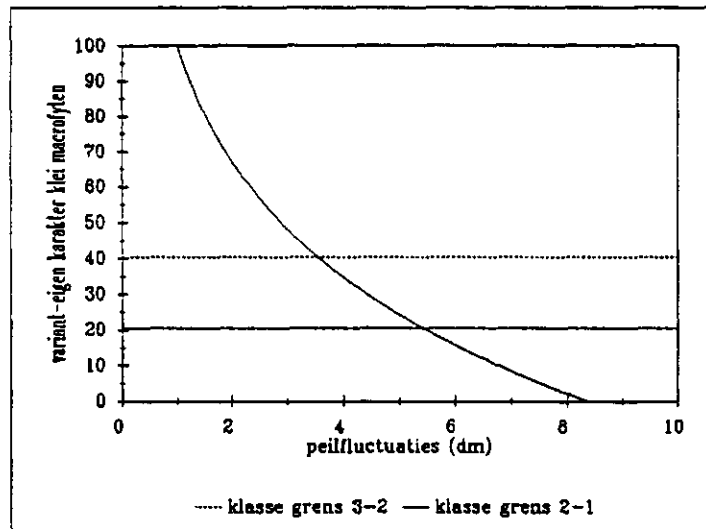
R=0.92



kleislotten  
variant-eigen karakter klei  
peilfluctuatie

$$y = 99.65 - 46.84 * \ln(peilfl)$$

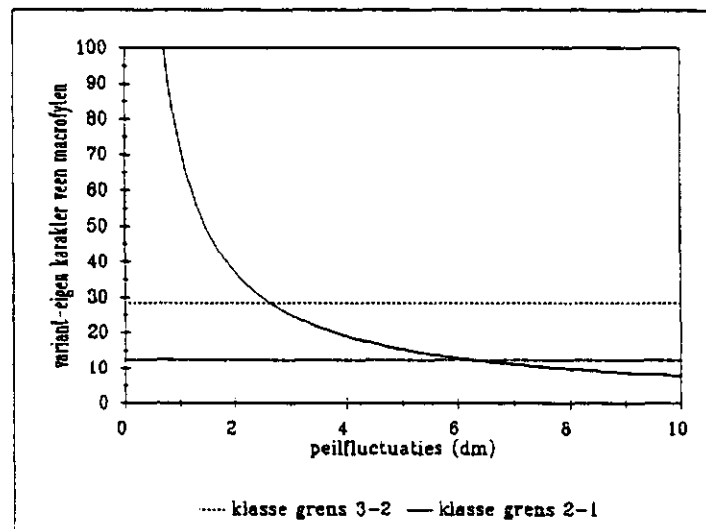
R=0.85



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
peilfluctuatie

$$y = 72.34 * (peilfl)^{-0.96}$$

R=0.86

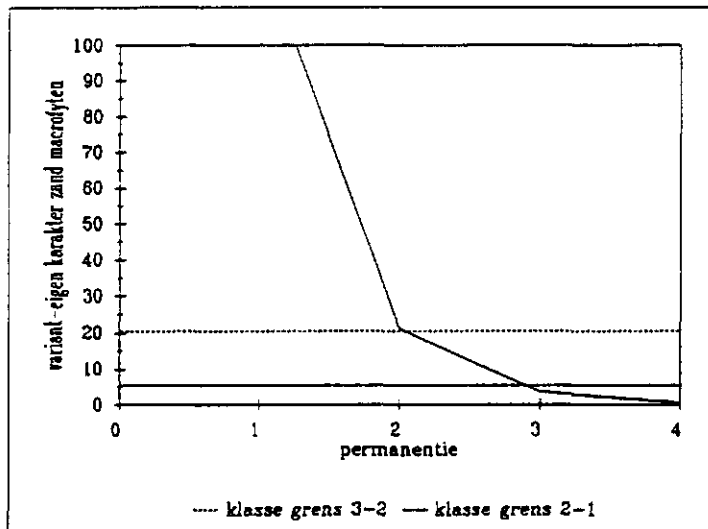


3.8 permanentie

zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
permanentie

$$y = 762.58 * e^{-1.79 * perm}$$

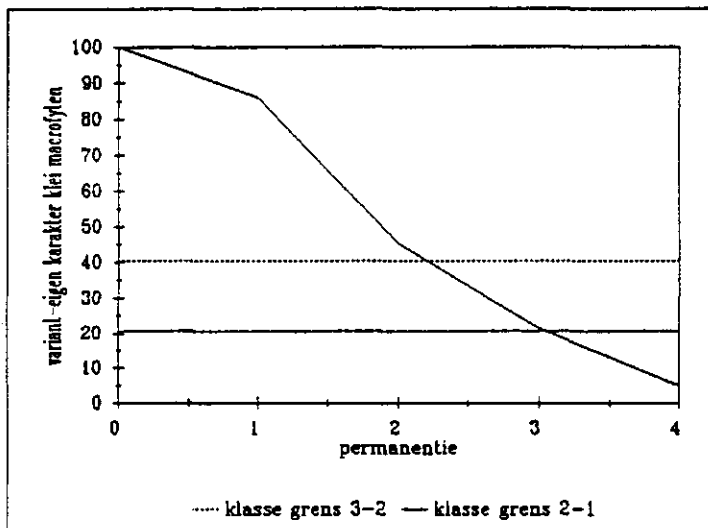
R=0.92



kleislotten  
variant-eigen karakter klei  
permanentie

$$y = 85.74 - 58.42 * \ln(perm)$$

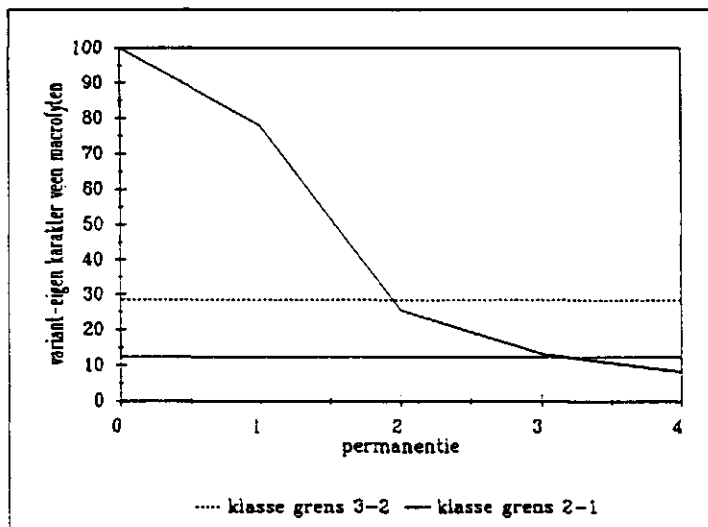
R=0.91



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
permanentie

$$y = 78.0 * (perm)^{-1.61}$$

R=0.99

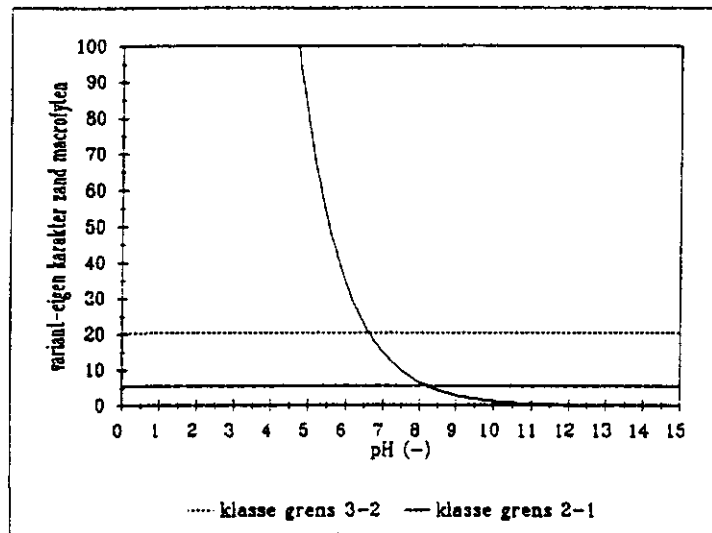


3.9 zuurgraad

zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
pH

$$y = 5010.93 * e^{-0.23 * pH}$$

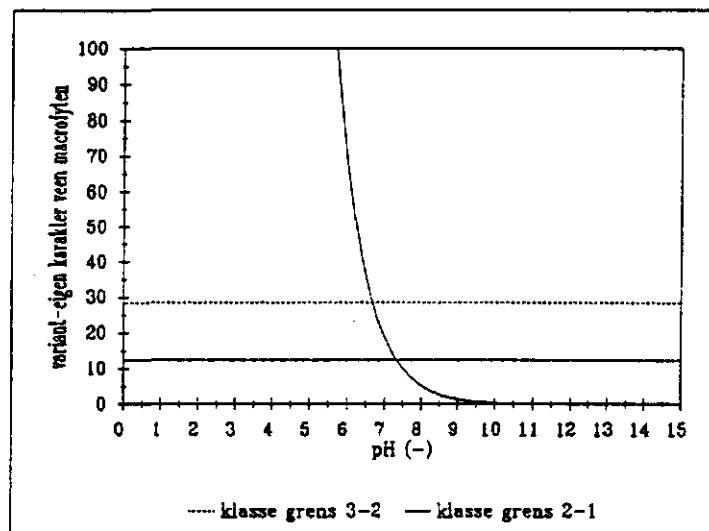
R=0.74



veensloten  
variant-eigen karakter veen  
pH

$$y = 158937.21e^{-1.29 * pH}$$

R=0.79

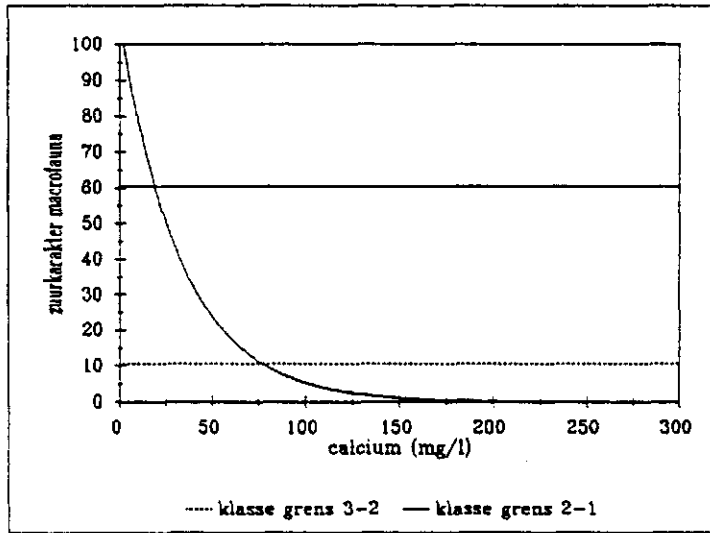


3.10 calcium

zandsloten  
zuurkarakter macrofauna  
calcium

$$y = 106.60 * e^{-0.030 * \text{calcium}}$$

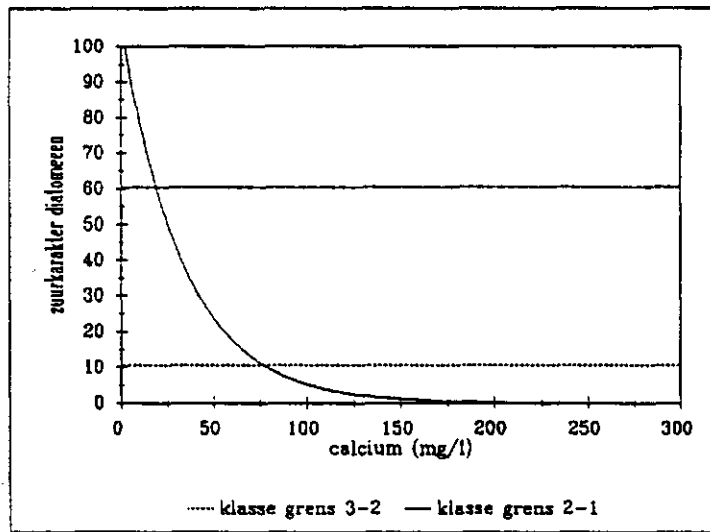
R=0.86



zandsloten  
zuurkarakter diatomeeën  
calcium

$$y = 105.68 * e^{-0.043 * \text{calcium}}$$

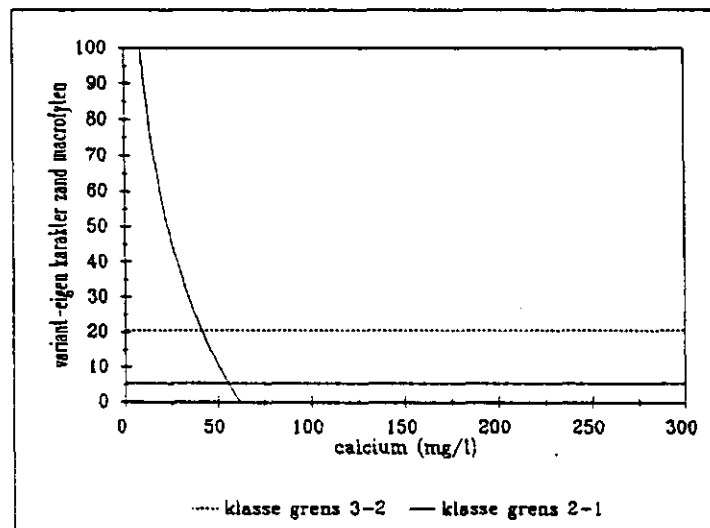
R=0.97



zandsloten  
variant-eigen karakter zand  
calcium

$$y = 211.18 - 51.26 * \ln(\text{calcium})$$

R=0.93

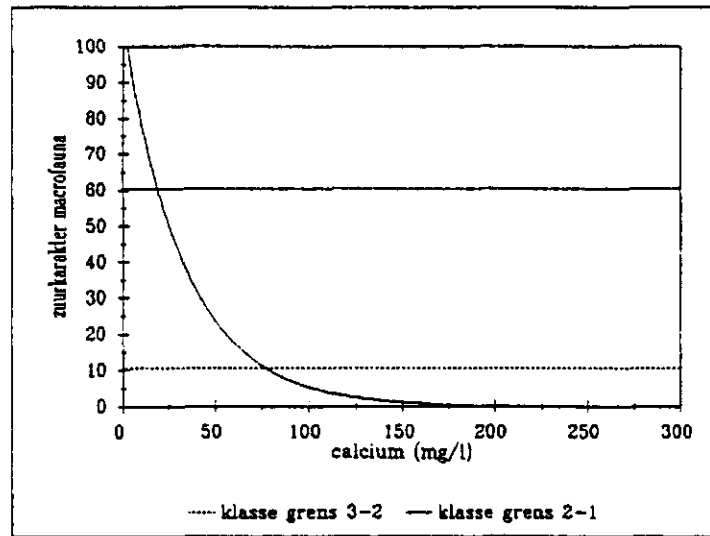




veensloten  
 zuurkarakter macrofauna  
 calcium

$$y = 106.60 * e^{-1.61 * \text{calcium}}$$

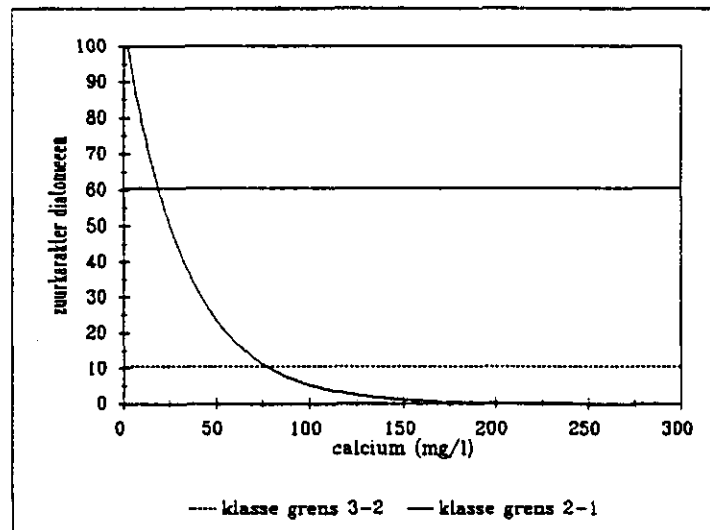
R = 0.86



veensloten  
 zuurkarakter diatomeeën  
 calcium

$$y = 105.68 * e^{-0.043 * \text{calcium}}$$

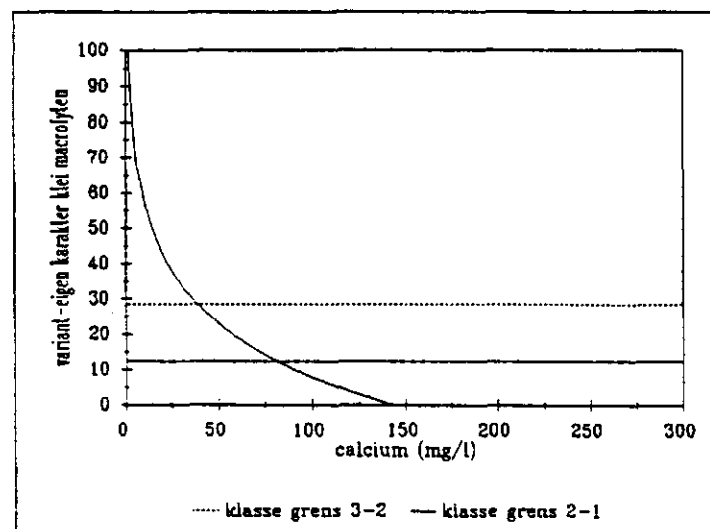
R = 0.97



veensloten  
 variant-eigen karakter veen  
 calcium

$$y = 108.30 - 21.81 * \ln(\text{calcium})$$

R = 0.92

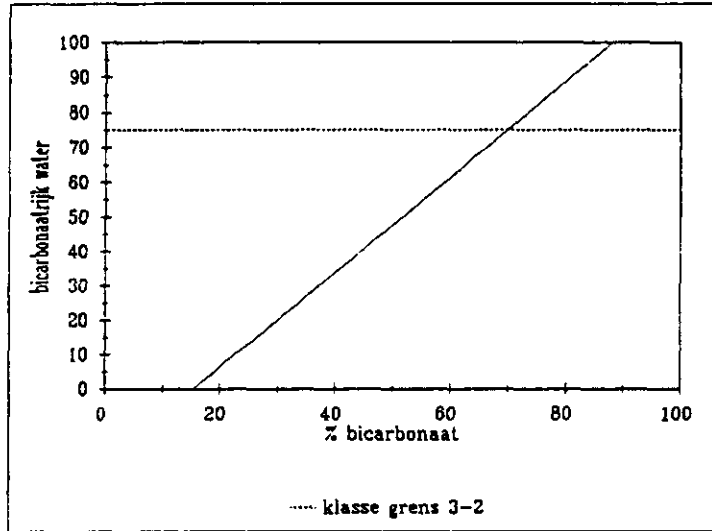


3.11 relatieve verhouding bicarbonaat-, chloride- en sulfaationen

zandsloten  
 bicarbonaatrijk water  
 % bicarbonaat

$$y = -21.28 + 1.38 * (\%HCO_3)$$

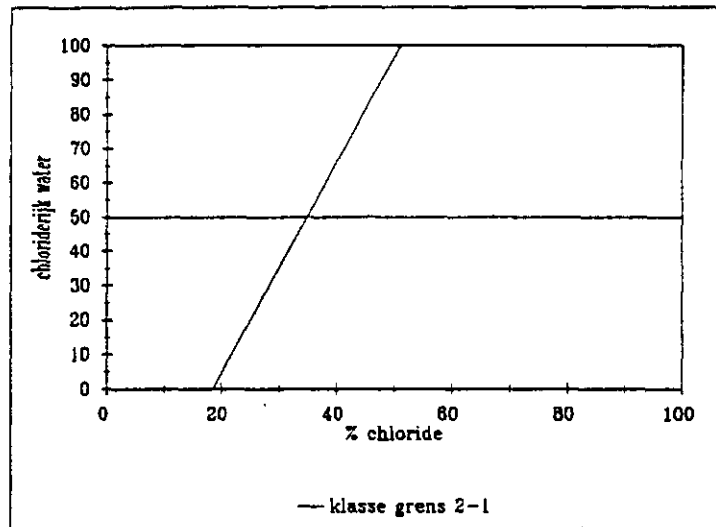
R=0.87



zandsloten  
 chloriderijk water  
 chloride

$$y = -54.14 + 3.08 * (\%Cl)$$

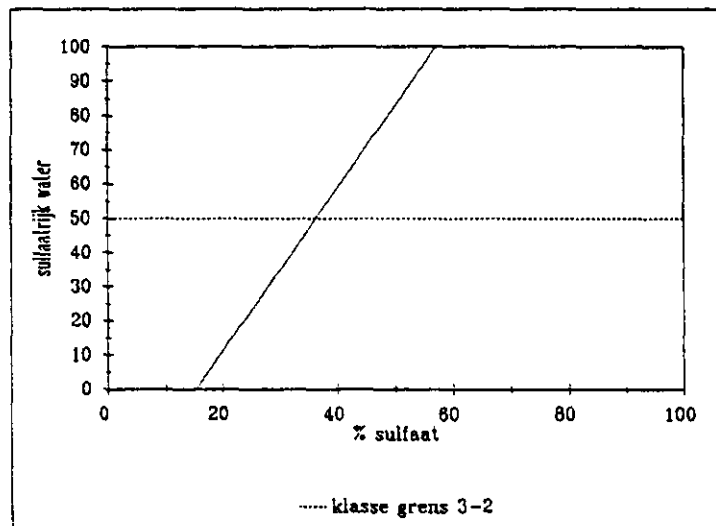
R=0.95



zandsloten  
 sulfaatrijk water  
 sulfaat

$$y = -34.28 + 2.39 * (\%SO_4)$$

R=0.97



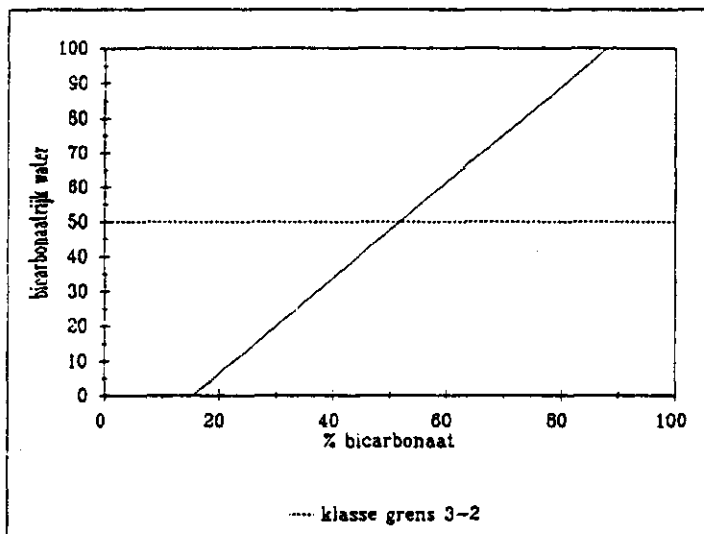
kleislotten

bicarbonaatrijk water

% bicarbonaat

$$y = -21.28 + 1.38 * (\%HCO_3)$$

R = 0.87



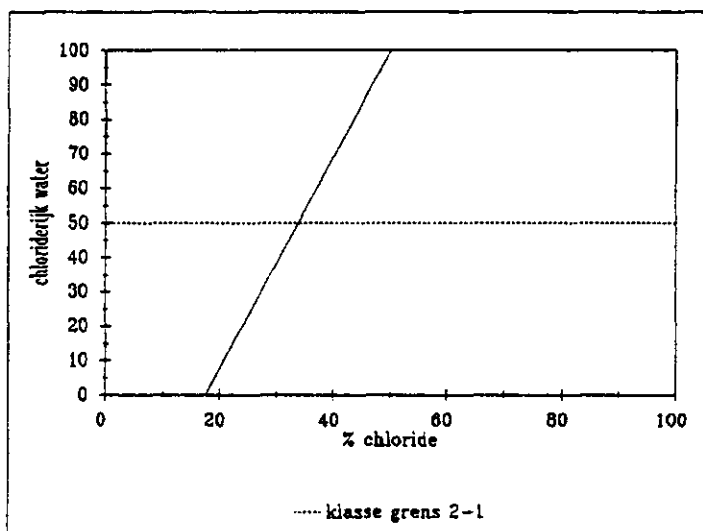
kleislotten

chloriderijk water

chloride

$$y = -54.14 + 3.08 * (\%Cl)$$

R = 0.95



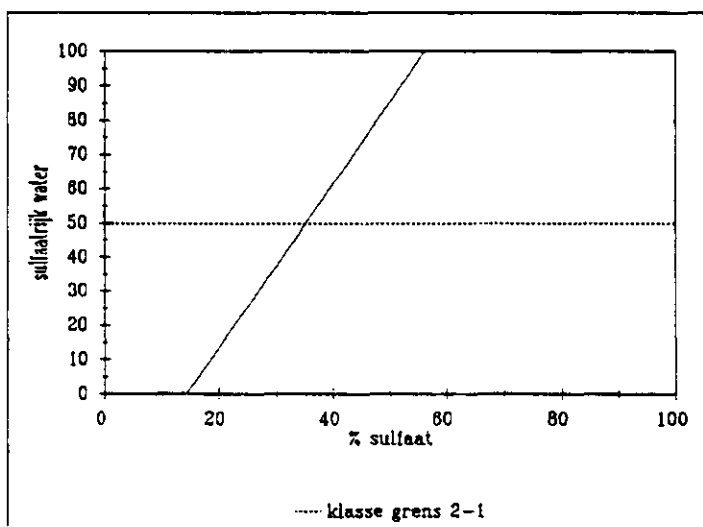
kleislotten

sulfaatrijk water

sulfaat

$$y = -34.28 + 2.39 * (\%SO_4)$$

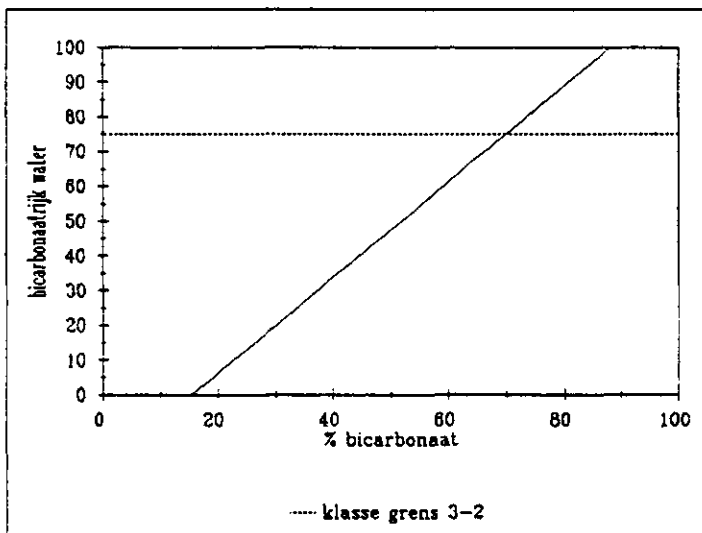
R = 0.97



veensloten  
bicarbonaatrijk water  
% bicarbonaat

$$y = -21.28 + 1.38 * (\%HCO_3)$$

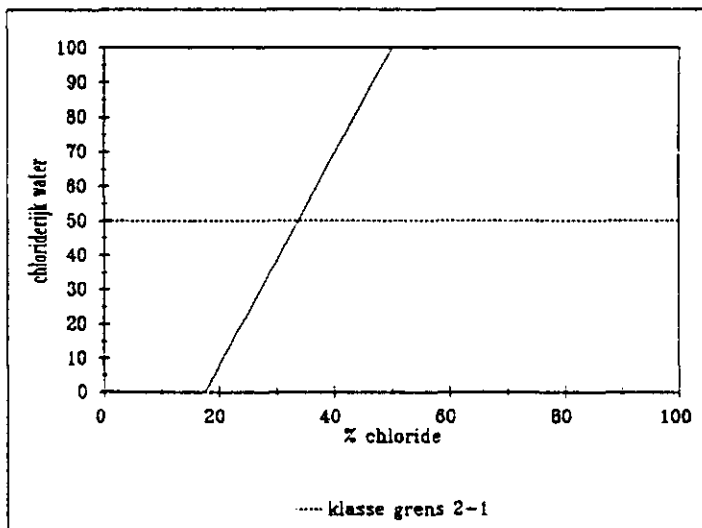
R=0.87



veensloten  
chloriderijk water  
chloride

$$y = -54.14 + 3.08 * (\%Cl)$$

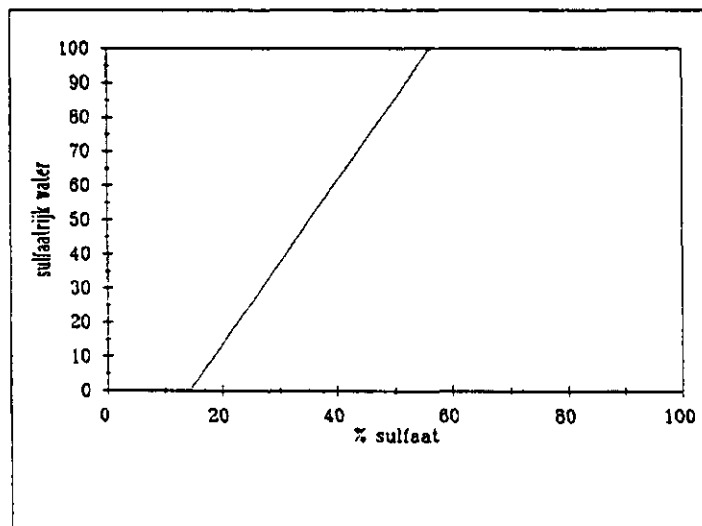
R=0.95



veensloten  
sulfaatrijk water  
sulfaat

$$y = -34.28 + 2.39 * (\%SO_4)$$

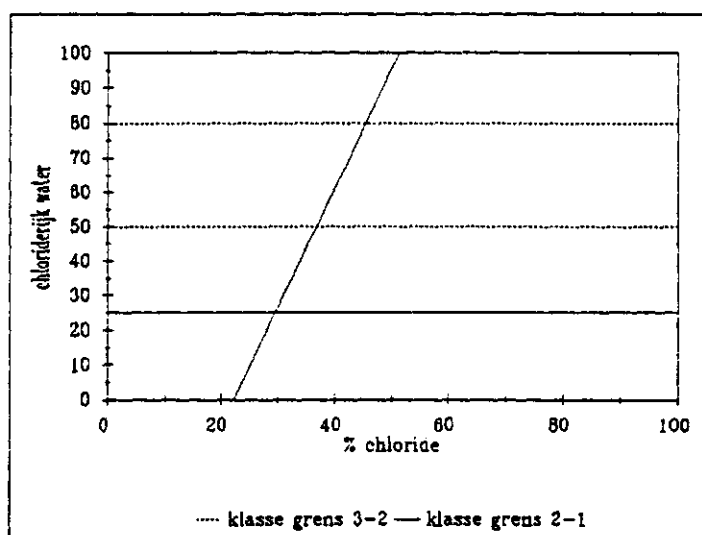
R=0.97



licht-brakke sloten  
chloriderijk water  
% chloride

$$y = -21.28 + 1.38 \cdot (\% \text{HCO}_3)$$

R=0.61

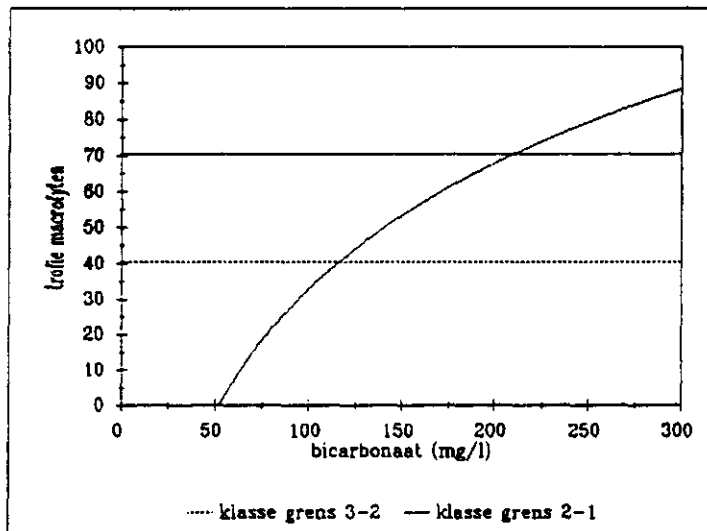


### 3.12 bicarbonaat

zandsloten  
trofie macrofyten  
bicarbonaat

$$y = -200.33 + 50.64 \cdot \ln(\text{HCO}_3)$$

R = 0.94



## BRUIKBAARHEID VAN DE RESPONSIES

Hoe kunnen de gegenereerde responsies gebruikt worden voor de inschatting van het risico van inlaten van (gebiedsvreemd) water? Een manier om de risico's in te kunnen schatten is gebruik te maken van een multicriteria analyse. In eerste instantie dient vastgesteld te worden wat het gehalte in de uitgangssituatie is en wat het berekende gehalte wordt na het al dan niet inlaten van water. Voor beide situaties kan aan de hand van de gegenereerde responsies bepaald worden wat de scores en de kwaliteitsklassen voor de verschillende maatstaven is. Tevens kan het verschil in score van de uitgangssituatie en de eindsituatie uitgerekend worden. Bijvoorbeeld: stel dat in een zandsloot het orthofosfaatgehalte in de uitgangssituatie 0.03 mg/l bedraagt en dat na inlaten van water het gehalte 0.11 mg/l wordt. Aan de hand van de gefitte curven worden de scores en de verschillen afgelezen. In tabel 3 worden de resultaten voor dit voorbeeld gegeven.

Tabel 3: Afgeleide scores en kwaliteitsklassen en berekende verschillen voor drie maatstaven bij verschillende orthofosfaatgehalten voor zandsloten.

maatstaf	orthofosfaatgehalte				verschil	
	0.03 mg/l (beginsituatie)		0.11 mg/l (verwachte eindsituatie)			
	score	klasse	score	klasse	score	klasse
trofie macrofyten	0	3	34	3	34	0
trofie diatomeeën	27	2	60	2	33	0
variant-eigen karakter zand	26	3	12	2	14	1

Uit tabel 3 blijkt dat voor de verwachte eindsituatie de score voor de macrofyten maatstaf trofie 34 punten hoger is, de score voor de trofie maatstaf diatomeeën 33 punten hoger is en de score voor het variant-eigen karakter 14 punten lager is. Voor beide trofie maatstaven betekent een hogere score een verslechtering. Voor de maatstaf variant-eigen karakter betekent juist een lagere score een verslechtering. Om tot een gedegen afweging te komen, dienen de verschillen nog gewaardeerd te worden. Voorgesteld wordt om de verschillen te sommeren en te delen door het aantal maatstaven waarop de sommatie is gebaseerd en dit gemiddelde getal te vergelijken met de criteria uit tabel 4. Daartoe worden de verschillen van de afzonderlijke maatstaven eerst voorzien van een plus- of een minteken. Een plusteken wordt toegekend aan verschuivingen in de richting van de ideale (als goed gewaardeerde) situatie en een minteken wordt toegekend aan verschuivingen in de tegenovergestelde richting. Voor het voorbeeld orthofosfaat betekent dit dat aan de verschuivingen van alle drie de maatstaven een minteken wordt toegekend.

Tabel 4: Criteria voor de afweging van geconstateerde verschuivingen.

mate van verandering	gemiddelde verschuiving in punten
weinig	0-25
matig	26-50
sterk	51-75
zeer sterk	76-100

Het voorbeeld uit tabel 3 levert een verschuiving van  $[(-34)+(-33)+(-14)]/3 = 27$  punten op en volgens de criteria uit tabel 4 mag een matig effect verwacht worden.

## LITERATUUR

Dijk, S. van: 1995

Responsie van macrofyten op waterinlaat in veensloten. Responsie gerelateerd aan verschuivingen in kwaliteitsklassen binnen het STOWA beoordelingssysteem voor sloten.

TAUW, Afd. Integraal Waterbeheer, HTO Milieuchemie, Deventer.

Lyon, M.J.H. de & J.G.M. Roelofs: 1986

Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid, deel 1 & 2. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Peeters, E.T.H.M. & J.J.P. Gardeniers: 1995a

Effecten van gebiedsvreemd water op aquatische ecosystemen. Responsie van biotische maatstaven, deelproject Stromende Wateren. Vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische Oecologie, Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Peeters, E.T.H.M. & J.J.P. Gardeniers: 1995n

Effecten van gebiedsvreemd water op aquatische ecosystemen. Responsie van biotische maatstaven, deelproject Meren en Plassen. Vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische Oecologie, Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Roelofs, J.G.M.: 1991

Vegetation under chemical stress: effects of acidification, eutrophication and alkalisation. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.

STOWA: 1992

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor stromende wateren op basis van macrofauna. Uitgave Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, No 92-07, Utrecht.

STOWA: 1993a

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor sloten op basis van macrofyten, macrofauna en epifytische diatomeeën. Uitgave Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, No 93-14, Utrecht.

STOWA: 1993b

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor meren en plassen op basis van vegetatie en fytoplankton. Uitgave Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, No 93-16, Utrecht.

STOWA, 1993c

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Wetenschappelijke achtergronden van het beoordelingssysteem voor sloten. Uitgave Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, No 93-15, Utrecht.

STOWA: 1994a

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor kanalen op basis van macrofyten, macrofauna, epifytische diatomeeën en fytoplankton.

Uitgave Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, No 94-01

STOWA: 1994b

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor zand-, grind- en kleigaten op basis van fyto- en zoöplankton, macrofyten en epifytische diatomeeën.

Uitgave Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, No 94-18

TAUW: 1995

Effecten van gebiedsvreemd water op aquatische (en terrestrische) ecosystemen. 2<sup>e</sup> concept projectplan. TAUW Civiel en Bouw, Deventer.



Verdonschot, P.F.M.: 1990

Ecological characterization of surface waters in the province of Overijssel (the Netherlands). Province of Overijssel and Research Institute for Nature Management. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen.

Bijlage I: Functies met bijbehorende parameters en R-waarde voor de responsies van de biotische maatstaven.

Gehanteerde functies:

lin  $y = A_0 + A_1 * x$

exp  $y = A_0 * e^{(A_1 * x)}$

ln  $y = A_0 + A_1 * \ln(x)$

macht  $y = A_0 * x^{(A_1)}$

Verklaring permanentie

1 : permanent

2 : < 1 mnd/jaar droog

3 : 1-3 mnd/jaar droog

4 : >3 mnd/jaar droog

maatstaf	variabele	subtype	funktie	A0	A1	R
trofie diatomeeën						
	orthofosfaat	zand	ln	116.14	25.52	0.94
		klei	ln	76.05	20.66	0.97
		veen	ln	78.61	17.27	0.92
		licht-brak	ln	60.67	36.31	0.88
	totaalfosfaat	zand	ln	98.43	33.50	0.97
		klei	ln	65.49	24.75	0.96
		veen	ln	70.24	24.98	0.91
		licht-brak	ln	34.27	51.84	0.91
trofie macrofyten						
	orthofosfaat	zand	ln	109.58	34.00	0.92
		klei	ln	83.83	46.75	0.85
		veen	ln	83.92	21.16	0.95
		licht-brak	ln	61.03	44.02	0.94
	totaalfosfaat	zand	ln	86.31	38.60	0.93
		klei	ln	75.48	48.88	0.95
		veen	ln	71.49	28.40	0.92
		licht-brak	ln	45.50	46.61	0.87
	bicarbonaat	zand	ln	-200.33	50.64	0.94

maatstaf	variabele	subtype	funktie	A0	A1	R
saprobie diatomeeën						
	ammonium	zand	ln	52.38	39.54	0.93
		klei	ln	73.76	24.78	0.90
		veen	ln	49.26	26.47	0.94
		licht-brak	ln	46.02	27.86	0.88
	Kjeldahi-N	zand	ln	-37.55	77.90	0.90
		klei	ln	-11.36	60.76	0.95
		veen	ln	-19.29	54.79	0.90
		licht-brak	ln	-17.46	42.46	0.81
saprobie macrofauna						
	ammonium	zand	ln	65.65	26.26	0.93
		klei	ln	68.53	33.71	0.97
		veen	ln	77.39	39.62	0.97
		licht-brak	ln	65.89	20.67	0.84
	Kjeldahi-N	zand	ln	-54.67	104.77	0.90
		klei	ln	-71.93	99.98	0.76
		veen	ln	-46.21	86.85	0.86
		licht-brak	ln	-38.38	52.60	0.68
	EGV	klei	ln	-634.26	101.48	0.91
		veen	ln	-638.22	100.53	0.97
		licht-brak	ln	-299.77	48.27	0.93

maatstaf	variabele	subtype	functie	A0	A1	R
variant-eigen karakter zand						
	calcium	zand	ln	211.18	-51.26	0.93
	chloride	zand	macht	22247.55	-1.74	0.88
	EGV	zand	macht	1196385.09	-1.84	0.84
	pH	zand	exp	5010.93	-0.83	0.74
	ammonium	zand	macht	10.03	-1.05	0.84
	Kjeldahl-N	zand	macht	39.48	-1.48	0.90
	ortho fosfaat	zand	macht	3.05	-0.61	0.87
	totaal fosfaat	zand	macht	5.44	-0.65	0.81
	peilfluctuatie(dm)	zand	macht	159.54	-1.61	0.92
	permanentie	zand	exp	761.58	-1.79	0.92
variant-eigen karakter klei						
	chloride	klei	macht	155948.18	-1.57	0.96
	EGV	klei	macht	573.75	-0.46	0.91
	ammonium	klei	macht	2.91	-2.22	0.87
	Kjeldahl-N	klei	macht	69.20	-0.97	0.84
	totaal fosfaat	klei	macht	22.57	-1.07	0.92
	peilfluctuatie (dm)	klei	ln	99.65	-46.84	0.85
	permanentie	klei	ln	85.74	-58.42	0.91
variant-eigen karakter veen						
	calcium	veen	ln	108.30	-21.81	0.92
	chloride	veen	macht	1499323.45	-2.78	0.98
	EGV	veen	macht	1.509x10 <sup>11</sup>	-3.68	0.99
	pH	veen	exp	158937.21	-1.29	0.79
	ammonium	veen	macht	6.996	-0.98	0.92
	Kjeldahl-N	veen	macht	718.46	-3.69	0.97
	ortho fosfaat	veen	macht	4.64	-0.80	0.95
	totaal fosfaat	veen	macht	6.18	-1.14	0.95
	peilfluctuatie (dm)	veen	macht	72.34	-0.96	0.86
	permanentie	veen	macht	78.0	-1.61	0.99

maatstaf	variabele	subtype	funktie	A0	A1	R
brakkarakter diatomeeën						
	chloride	zand	ln	-210.04	55.06	0.93
		klei	ln	-109.49	26.95	0.95
		veen	ln	-84.03	21.29	0.96
		licht-brak	ln	-173.44	32.86	0.91
	egv	zand	ln	-400.57	63.51	0.89
		klei	ln	-359.47	55.14	0.95
		veen	ln	-333.77	53.49	0.94
		licht-brak	ln	-286.64	39.89	0.78
brakkarakter macrofauna						
	chloride	zand	ln	-93.68	21.01	0.94
		klei	ln	-148.76	30.92	0.84
		veen	ln	-107.18	23.38	0.99
		licht-brak	ln	-228.51	38.51	0.98
		brak	ln	-463.69	66.54	0.93
	egv	zand	ln	-38.09	7.74	0.87
		klei	ln	-272.08	57.09	0.95
		veen	ln	-121.80	19.24	0.92
		licht-brak	ln	-253.95	35.83	0.96
		brak	ln	-110.85	20.70	0.83

maatstaf	variabele	subtype	funktie	A0	A1	R
zuurkarakter diatomeeën						
	calcium	zand, veen	exp	105.68	-0.043	0.97
zuurkarakter macrofauna						
	calcium	zand, veen	exp	106.60	-0.03	0.86
waterchemie, bicarbonaatrijk water						
	% bicarb	zoet	lin	-21.28	1.38	0.87
waterchemie, chloriderijk water						
	% chloride	zoet	lin	-54.14	3.08	0.95
		licht-brak	lin	-77.09	3.45	0.61
waterchemie, sulfaatrijk water						
	% so4	zoet	lin	-34.28	2.39	0.97