

NOTA 1461

januari 1985

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

WATERKWALITEIT

EEN BEKNOPT OVERZICHT VAN BEGRIPPEN, PARAMETERS,
TYPERING EN NORMEN

ing. P.C. Jansen

De inhoud van deze nota is tevens de bijdrage voor het hoofdstuk
'Waterkwaliteit' van het Cultuurtechnisch Vademecum

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek
nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

III.6. WATERKWALITEIT

III.6.1. Samenstelling en kwaliteitsparameters van het water	1
III.6.1.1. Algemeen	1
III.6.1.2. Begrippen	1
III.6.1.3. De atoommassa van een aantal elementen	2
III.6.1.4. De soortelijke geleiding	3
III.6.1.5. Het zuurstofgehalte	4
III.6.1.6. Het stikstofgehalte	5
III.6.1.7. Het fosforgehalte	6
III.6.1.8. De hardheid	6
III.6.1.9. De chemische samenstelling van de neerslag	7
III.6.1.10. De basisbelasting	8
III.6.1.11. Uitspoeling van meststoffen	9
III.6.1.12. Waterzuivering	10
III.6.1.13. Verzilting	13
III.6.1.14. De Rijn	14
III.6.2. Indeling van het water	15
III.6.2.1. Biologische watertypering	15
III.6.2.2. Chemische watertypering	17
III.6.2.3. Klasse-indeling	22
III.6.3. Waterkwaliteitsnormen	24
III.6.3.1. Algemeen	24
III.6.3.2. Basiskwaliteit voor oppervlaktewater	25
III.6.3.3. Waterkwaliteitsnormen voor de akker- en tuinbouw	26
III.6.3.4. Drinkwaternormen voor vee	28
III.6.3.5. Normen voor zwembadwater	30
III.6.5. Literatuur	31

III.6. WATERKWALITEIT

III.6.1. Samenstelling en kwaliteitsparameters van het water

III.6.1.1. Algemeen

Met de waterkwaliteit wordt de algemene chemische, fysische en micro-biologische toestand van het water bedoeld. Deze toestand kan worden beschreven met behulp van kwaliteitsparameters.

Wanneer de belasting, dat wil zeggen de in het water aanwezige bijmengsels, zodanig is veranderd, dat het water minder geschikt is geworden voor één of meer functies of toepassingen, dan spreekt men van waterverontreiniging. Hierbij worden onderscheiden:

- fysische kenmerken, b.v. temperatuur, drijvende stoffen, kleur en smaak
- chemische verontreinigingen a) organische-, b.v. eiwitten, vetten en humuszuren
b) anorganische-, b.v. chloride, sulfaat, nitraat en fosfaat
- biologische verontreinigingen, b.v. virussen, bacteriën en algen

Er kan onderscheid worden gemaakt in de voedingsstoffen waarmee het water wordt belast, de zogenaamde primaire verontreiniging en de hierna optredende biologische processen zoals groei van algen en waterplanten, ook wel secundaire verontreiniging genoemd.

III.6.1.2. Begrippen

- Accumulatie : ophoping van een stof waardoor de concentratie ervan hoger wordt dan van de omgeving
- Aeroob : zuurstofhoudend
- Anaeroob : zonder zuurstof
- Antagonisme : het verschijnsel dat stoffen elkaars werking afzwakken
- B.Z.V. (B.O.D.) : Biochemisch zuurstofverbruik (Biological oxygen demand).
De hoeveelheid zuurstof die nodig is om organische stof biologisch te oxideren tot de componenten CO_2 , H_2O en NH_4^+ (mg.l^{-1})

- C.Z.V. (C.O.D.) : Chemisch zuurstofverbruik (Chemical oxygen demand). De hoeveelheid zuurstof die nodig is om organische stoffen te oxideren tot de componenten CO_2 , H_2O en NH_4^+ (mg.l^{-1}). Er zijn ook nog enkele anorganische stoffen die kunnen worden geoxideerd
- S.A.R. : Sodium adsorption ratio. Dit is een maat voor de verhouding natrium - calcium plus magnesium.
- $$\text{S.A.R.} = \frac{\text{Na}^+}{\left(\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}\right)^{\frac{1}{2}}}, \text{ met}$$
- Na^+ , Ca^{2+} en Mg^{2+} in meq.l^{-1} .
- Synergisme : het verschijnsel dat stoffen elkaars werking versterken
- Zwaar metaal : een metaal met een massa groter dan 4 g.cm^{-3} .

III.6.1.3. De atoommassa van een aantal elementen

Tabel 1. De atoommassa van een aantal elementen

Element	Afk.	Atoom- massa	Element	Afk.	Atoom- massa	Element	Afk.	Atoom- massa
Waterstof	H	1,0	Aluminium	Al	27,0	Mangaan	Mn	54,9
Borium	B	10,8	Silicum	Si	28,1	IJzer	Fe	55,9
Koolstof	C	12,0	Fosfor	P	31,0	Nikkel	Ni	58,7
Stikstof	N	14,0	Zwavel	S	32,1	Koper	Cu	63,5
Zuurstof	O	16,0	Chloor	Cl	35,5	Zink	Zn	65,4
Fluor	F	19,0	Kalium	K	39,1	Cadmium	Cd	112,4
Natrium	Na	23,0	Calcium	Ca	40,1	Kwik	Hg	200,6
Magnesium	Mg	24,3	Chroom	Cr	52,0	Lood	Pb	207,2

1 mol = x gram

x = atoom - c.q. molecuulmassa

equivalent = $\frac{\text{mol}}{\text{valentie}}$

equivalent-gewicht (oud) = $\frac{\text{atoom - c.q. molecuulmassa}}{\text{valentie}}$

III.6.1.4. De soortelijke geleiding

De soortelijke geleiding is een maat voor de hoeveelheid opgeloste ionen in het water. Het wordt ook wel het Elektrisch Geleidingsvermogen (E.G.V.) of de Electrical Conductivity (E.C.) genoemd. Het is uitgedrukt in de reciproke weerstand, mho of Siemens (S), meestal als $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ bij 25°C
 of als $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$ bij 20°C

$$1 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \text{ (bij 25°C)} = 0,0901 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1} \text{ (bij 20°C)}$$

Voor lage concentraties is de soortelijke geleiding te berekenen.

Voor de belangrijkste ionen bedraagt dit in $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ (bij 25°C):

$$350 c(\text{H}^+) + 73,4 c(\text{NH}_4^+) + 50,1 c(\text{Na}^+) + 119 c(\text{Ca}^{2+}) + 106,2 c(\text{Mg}^{2+}) + 76,4 c(\text{Cl}^-) + 71,4 c(\text{NO}_3^-) + 16,0 c(\text{SO}_4^{2-}).$$

Hierin is c de concentratie in $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Aan de hand van de wateranalyses blijkt dat er in Nederland een duidelijk verband bestaat tussen het chloride-gehalte en de soortelijke geleiding. Dit verband is weergegeven in fig. 1.

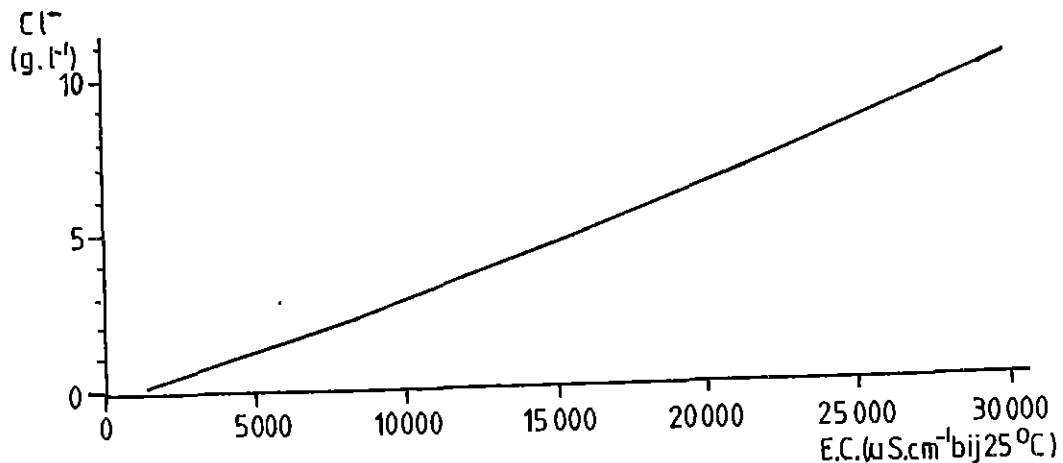


Fig. 1. Het verband tussen het chloride-gehalte en de soortelijke geleiding in Nederland

Bij het gereduceerde geleidingsvermogen is het aandeel van de H^+ -ionen bij het totale geleidingsvermogen in mindering gebracht. De reductie bedraagt:

$350 \times 10^{3-\text{pH}}$ (in $\mu\text{S.cm}^{-1}$ bij 25°C). Bij pH-waarden van meer dan 5,0 is de bijdrage van de H^+ -ionen te verwaarlozen.

III.6.1.5. Het zuurstofgehalte

In tabel 2 staat de verzadigingswaarde van zuurstof in water bij een barometerstand van 760 mm kwikdruk aangegeven.

Tabel 2. Verzadigingswaarde van zuurstof in water bij 760 mm.kwikdruk
(American public health association, 1960)

Temp. °C	Gehalte aan chloride in mg.l ⁻¹			Verschil per 100 mg chloride
	0	10 000	20 000	
	verzadigingswaarde in mg.l ⁻¹			
0	14,6	13,0	11,3	0,017
5	12,8	11,4	10,0	0,014
10	11,3	10,1	9,0	0,012
15	10,2	9,1	8,1	0,010
20	9,2	8,3	7,4	0,009
25	8,4	7,6	6,7	0,008
30	7,6	6,9	6,1	0,008

De zuurstofopname is afhankelijk van het type water en het verzadigingspercentage. Zie tabel 3.

Tabel 3. De zuurstofopname voor enkele typen water en bij verschillende verzadigingspercentages bij 20°C ($\text{g.m}^{-2}.\text{etm}^{-1}$). (Imhoff, 1966)

Verzadiging	100	80	60	40	20	0%
Kleine vijver	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
Groot meer	0	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8
Langzaam stromende rivier	0	1,3	2,7	4,0	5,4	6,7
Matig stromende rivier	0	1,9	3,8	5,8	7,6	9,6
Snelstromende rivier	0	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5
Rivier met stroomversnellingen	0	9,6	19,2	28,6	38,4	48,0

III.6.1.6. Het stikstofgehalte

In het water zijn een aantal stikstofverbindingen aanwezig. De volgende wateranalyses zijn het meest gangbaar:

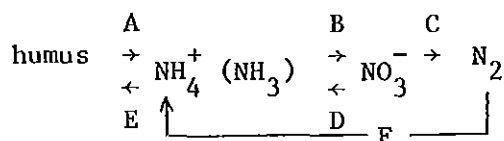
- nitraat (NO_3^-)
 - nitriet (NO_2^-)
 - ammonium (NH_4^+)
 - organische stikstof
 - kjeldahl stikstof, d.i. de som van ammonium en organische stikstof
 - totaal stikstof, d.i. de som van nitraat, nitriet, ammonium en organische stikstof
 - anorganische stikstof
 - opneembare stikstof
 - minerale stikstof
- } d.i. de som van nitraat, nitriet en ammonium

Om het stikstofaandeel van de diverse stikstofverbindingen onderling te kunnen vergelijken is het noodzakelijk gehalten om te rekenen. Dit kan worden gedaan met de omrekeningsfactoren die in tabel 4 gegeven zijn. Hierbij verdient het weergeven in zuivere stikstof (N) de voorkeur.

Tabel 4. Omrekeningsfactoren voor stikstof

Stikstof	N	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+
N	1	4,428	3,286	1,286
NO_3^-	0,226	1	0,742	0,290
NO_2^-	0,304	1,349	1	0,391
NH_4^+	0,778	3,444	2,555	1

De omzetting van de verschillende stikstofvormen:



A = ammonificatie of mineralisatie

B = nitrificatie

C = denitrificatie
D = nitraatreductie en immobilisatie
E = immobilisatie
F = stikstofbinding

III.6.1.7. Het fosforgehalte

Fosfor komt meestal als fosfaat in het water voor. De volgende wateranalyses zijn het meest gangbaar:

- orthofosfaat (PO_4^{3-})
- hydrolyseerbaar fosfaat, d.i. de som van ortho- en polyfosfaten
- totaal fosfaat, d.i. de som van ortho-, hydrolyseerbaar en anorganisch- en organisch gebonden fosfaat.

Orthofosfaat wordt altijd uit een gefiltreerd watermonster bepaald. Als de poriediameter van het filter 0,45 μm bedraagt, spreekt men ook wel van opneembaar fosfaat (voor micro-organismen).

Voor meststoffen wordt het fosfaatgehalte meestal uitgedrukt in P_2O_5 voor water is dit niet gebruikelijk. Hiervoor verdient het uitdrukken in zuivere fosfor (P) de voorkeur. De omrekeningsfactoren staan in tabel 5.

Tabel 5. Omrekeningsfactoren voor fosfor

Fosfor	P	PO_4^{3-}	P_2O_5
P	1	3,065	2,290
PO_4^{3-}	0,326	1	0,747
P_2O_5	0,437	1,338	1

III.6.1.8. De hardheid

Totale hardheid : totaal aan Ca- en Mg-ionen

Tijdelijke hardheid : de Ca- en Mg-ionen die tijdens het koken met CO_3 -ionen neerslaan

Blijvende hardheid : het verschil tussen de totale en de tijdelijke hardheid.

De hardheid wordt bij voorkeur uitgedrukt in

$^{\circ}\text{D}$ = duitse graden

$1^{\circ}\text{D} = 10 \text{ mg CaO.l}^{-1}$

De onderverdeling in $^{\circ}\text{D}$ is: zeer zacht water 0 - 4 $^{\circ}\text{D}$

zacht 4 - 8 $^{\circ}\text{D}$

matig hard 8 - 12 $^{\circ}\text{D}$

vrij hard 12 - 18 $^{\circ}\text{D}$

hard 18 - 30 $^{\circ}\text{D}$

zeer hard >30 $^{\circ}\text{D}$

Verder zijn de volgende hardheidsgraden in gebruik:

$10 \text{ mg CaCO}_3.\text{l}^{-1} = 1 \text{ fH}$ (Frankrijk)

$10 \text{ mg CaCO}_3.0,7 \text{ l}^{-1} = 1 \text{ eH}$ (Engeland)

$10 \text{ mg CaCO}_3.0,585 \text{ l}^{-1} = 1 \text{ aH}$ (Amerika)

III.6.1.9. De chemische samenstelling van de neerslag

Voor een negental verspreid liggende plaatsen staat in tabel 6 de gemiddelde samenstelling van de neerslag over de periode van 1978 t/m 1980 voor een aantal componenten.

Tabel 6. De samenstelling van de neerslag over de periode 1978 t/m 1980 voor een aantal componenten

Plaats	pH	Gel. verm. mSm (25°C)	Kationen (mg.l^{-1})						Anionen (mg.l^{-1})				
			H^+	NH_4^+ (N)	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	NO_3^- (N)	SO_4^{2-}	HCO_3^-	ortho- PO_4^{3-} (P)
De Kooy (Den Helder)	4,2	8,7	0,07	0,88	6,5	0,33	0,84	0,83	11,5	0,90	6,6	0	0,01
Leeuwarden	4,3	6,1	0,05	1,20	3,2	0,22	0,64	0,42	5,7	0,80	6,1	0	0,01
Witteveen (Dr)	4,3	5,3	0,06	1,29	1,5	0,18	0,52	0,22	2,8	0,81	6,0	0	0,01
Twente	4,3	5,5	0,06	1,58	1,2	0,15	0,60	0,20	2,2	0,90	6,6	0	0,01
Rotterdam	4,1	7,6	0,08	1,71	3,0	0,51	0,96	0,42	5,8	0,91	7,1	2,1	0,18
De Bilt	4,3	5,8	0,08	1,43	2,0	0,14	0,64	0,29	3,7	0,77	6,8	0	0,01
Vlissingen	4,2	12,1	0,07	1,04	10,1	0,47	1,52	1,32	18,3	0,99	9,9	0	0,06
Eindhoven	4,2	6,1	0,08	1,27	1,2	0,12	0,72	0,20	2,5	0,78	7,0	0	0,01
Beek (L)	4,6	5,4	0,03	1,72	1,1	0,37	2,16	0,25	2,0	0,92	9,2	<0,4	0,08

Uit de tabel blijkt, dat de zee en de grote steden met veel industrie de samenstelling van de neerslag beïnvloeden.

III.6.1.10. De basisbelasting

Met de basisbelasting of het nulniveau wordt de niet door de mens beïnvloede samenstelling van het water bedoeld. De basisbelasting dient als referentieniveau. Verder kan het dienen om normen voor het waterkwaliteitsbeheer mee te kunnen bepalen.

De basisbelasting wordt beïnvloed door:

- de samenstelling van de neerslag
- de samenstelling en de opbouw van de bodem
- de hydrologische situatie

Om de basisbelasting voor een bepaald grondtype te kunnen stellen wordt wel aangenomen dat dit gelijk is aan de gehalten die in het grondwater in natuurgebieden worden aangetroffen.

Voor stikstof geldt, dat de bijdrage van nitraat en nitriet aan het totale stikstofgehalte over het algemeen zeer gering is.

Het aandeel van ammonium is hoog bij grondsoorten die rijk zijn aan organische stof in het profiel, zoals hoogveen, laagveen en afgegraven laagveen. Erg hoge gehalten worden doorgaans in mariene sedimenten aangetroffen. Voor zandgebieden geldt, dat het gehalte aan Totaal-N over het algemeen lager is dan $1,0 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N}$.

In tabel 7 wordt een globale schatting van het fosfaatgehalte in het ondiepe grondwater en van de fosfaatbelasting op het oppervlaktewater gegeven.

Tabel 7. Globale schatting van de fosfaatbelasting op het oppervlaktewater als gevolg van natuurlijke uitloging. (RIJTEMA en TOUSSAINT, 1982)

Bodemtype	Totale fosfaatbelasting (P)	
	mg.l^{-1}	$\text{kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$
Veenweidegebieden	0,25	0,75
Zeekleigebieden	0,24	0,72
Overgang veen/zeeklei	0,50	1,50
Rivierkleigebieden	0,05	0,15
Zandgebieden	0,10	0,30
Lössgebieden	0,15	0,45

III.6.1.11. Uitspoeling van meststoffen

De voedingsstoffen die niet via gewassen afgevoerd worden kunnen met percolerend regenwater uitspoelen. De mate waarin het grondwater en vervolgens het oppervlaktewater in het landelijk gebied met deze stoffen belast wordt is afhankelijk van:

- de aard van het bodemgebruik
- het bemestingsniveau en de bemestingsvorm
- de waterhuishouding.

Stikstof en fosfaat worden als de belangrijkste eutrofiërende verbindingen beschouwd. De kwantitatief belangrijkste minerale N-verbindingen in de bodem zijn NO_3^- en NH_4^+ . Het NO_3^- -ion wordt ongeveer even snel verplaatst als het water, terwijl de NH_4^+ -ionen belangrijk worden vertraagd als gevolg van adsorptieprocessen. Bij het uitspoelingsproces van stikstof speelt dus NO_3^- een belangrijke rol. In tabel 8 is te zien dat de uitspoeling van stikstof afhangt van de mestgift en de zwaarte van de grond. De cijfers zijn ontleend aan lysimeteronderzoek waarbij is uitgegaan van een voeding van het grondwater van 250 mm.jr^{-1} .

Tabel 8. Uitspoeling van stikstof op bouwland bij verschillende kunstmestgiften en voor verschillende grondsoorten (KOLENBRANDER, 1972)

Kunstmestgift ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}\text{N}$)	Bodemdeeltjes <16 μ (%)			
	0 - 10 zandig	10-20 lichte klei	20-30 klei	30-40 klei
30	1	0,5	0	0
60	4	2,5	0,5	0
90	11	6,5	2,5	0,4
120	24	16,0	7,0	1,2

In gebieden met intensieve veehouderij is het areaal snijmais sterk uitgebreid. Ondanks de geringe benutting van de toegevoerde stikstof door het gewas bij hogere drijfmestgiften is het verloop van de nitraat-uitspoeling tegen de N-bemesting vrijwel lineair (tabel 9). Dit betekent, dat vastlegging in de humus of de denitrificatie een

sterkere rol gaan spelen naarmate de drijfmestgiftten hoger zijn.

Tabel 9. Toevoer van stikstof ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1} \text{N}$) voor bouw- en grasland op zand in het jaar van onderzoek en de NO_3^- -uitspoeling ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1} \cdot \text{N}$ en % van de toevoer) (STEENVOORDEN, 1981)

Stalmest	Kunstmest	Bouwland		
		Grondwater-voeding	Uitspoeling $\text{kg} \cdot \text{N}$	%
475	0	273	128	27
710	0	273	205	29
960	0	273	218	23
1210	0	273	309	26
1460	0	273	392	27
Grasland				
125	180	100	10	3
115	265	100	18	5
205	350	100	29	5
150	460	100	24	4

In tabel 9 is eveneens de uitspoeling voor grasland op zand gegeven. Op grasland kan in najaar en winter, in perioden dat mineralisatie optreedt, opname plaatsvinden in het gewas. Voor grasland is de N-uitspoeling dan ook lager dan voor bouwland, ook bij overeenkomstige grondwatervoeding.

Voor fosfaat geldt, dat landelijk gezien de invloed van de landbouw op de fosfaatbelasting via uitspoeling te verwaarlozen is. In grote concentratie-gebieden van bio-industrie is het mogelijk dat er door jarenlange overbemesting van met name organische fosfaten het bodemcomplex verzadigd raakt en er fosfaten uitspoelen. In gebieden met een slechte ontwatering kan afspoeling van meststoffen wel een belangrijke rol spelen.

III.6.1.12. Waterzuivering

Bij de verontreiniging van water zijn naast de eigenschappen van de stoffen ook micro-organismen, warmte en straling de omstandigheden waaronder de waterverontreiniging plaatsvindt, van belang. Onder dit laatste vallen bijvoorbeeld de methode en concentraties van lozingen, evenals de functie, de grootte en het karakter van het ontvangende water.

De drie hoofdmotieven om waterverontreiniging te bestrijden zijn:

- zorg voor de volksgezondheid
- bescherming van ecosystemen
- bescherming van materiële belangen in de menselijke samenleving.

Het vermogen van de in het water voorkomende micro-organismen om met behulp van zuurstof organische stoffen af te breken en als voedsel te gebruiken wordt het zelfreinigend vermogen van een water genoemd. Zware metalen kunnen bij hoge concentraties de zelfreinigende werking verhinderen. Zie hiervoor tabel 10.

Tabel 10. Grenswaarden van metalen voor het zelfreinigend vermogen van water (LIEBMAN, 1960)

Metaal	Grenswaarde voor het zelfreinigend vermogen in mg.l^{-1}
Zink	0,1
Koper	0,01
Chroom	0,3
Nikkel	0,1
Lood	0,1
Cadmium	0,1
Kwik	0,018

Een gedeelte van de stoffen die via bedrijfs- en huishoudelijk afvalwater en afstromend regenwater worden geloosd, worden in zuiveringsinrichtingen geëlimineerd. In tabel 11 is de belasting van de Nederlandse oppervlaktewateren met enkele niet-zuurstofbindende stoffen gegeven. Tussen haakjes staat hoeveel er door adsorptie aan het zuiveringsslib is teruggehouden. Bij de prognose voor 1985 is er voor wat de fosfaten betreft van uit gegaan dat deze in de wasmiddelen voor 100% vervangen zijn door andere stoffen.

Tabel 11. Belasting van het Nederlandse oppervlaktewater met enkele niet-zuurstofbindende stoffen. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1981)

Stof (ton.jaar ⁻¹)	1975		1980		1985 (prognose)		Invoer in 1978 via Rijn en Maas
Kwik	4,6	(0,2)	0,7	(0,06)	0,41	(0,04)	20
Cadmium	29	(2)	15	(1)	10	(1)	200
Zink	1500	(200)	900	(200)	300	(270)	10 000
Koper	150	(60)	120	(50)	90	(60)	1 300
Nikkel	80	(5)	45	(5)	40	(5)	1 000
Chroom	350	(50)	110	(40)	100	(20)	2 600
Lood	300	(70)	200	(70)	50	(40)	1 800
t-fosfaat (P)	29000	(3000)	14000	(14000)	12000	(4000)	57 000
Minerale olie	13000	(3000)	8000	(4000)	3500	(2000)	23 000

Ter vergelijking zijn de jaarvrachten van deze stoffen die door de Rijn en de Maas in 1978 zijn aangevoerd aan tabel 11 toegevoegd. In tabel 12 is een overzicht gegeven van de produktie, de zuivering en de belasting van het oppervlaktewater met zuurstofbindende stoffen. De getallen geven miljoenen inwoner-equivalenten. Eén i n w o n e r - e q u i v a l e n t is een maat voor de vervuilingswaarde die gelijk is aan de hoeveelheid afvalstoffen die één inwoner geacht wordt per etmaal te lozen. Het komt overeen met een biochemisch verbruik van 54 g.etm.⁻¹ O₂.

Tabel 12. Belasting van het Nederlandse oppervlaktewater met zuurstofbindende stoffen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1981)
 (x 10⁶ i.e.)

	1969	1975	1980	1985 (prognose)
Huishoudens	12,5	13,3	13,8	14,2
Bedrijven	33,0	19,7	14,3	9,7
Totaal	45,5	33,0	28,1	23,9
'Gezuiverd'	5,5	8,7	12,8	19,5
Belasting Ned. oppervlaktewat.	40,0	24,3	15,3	4,4

De vervuiling die veroorzaakt wordt door de landbouwhuisdieren kan met behulp van tabel 13 omgerekend worden tot inwoner-equivalenten.

Tabel 13. Vervuiling door landbouwhuisdieren, uitgedrukt in inwoner-equivalenten

1 koe, volledige lozing	10 i.e.
1 koe, uitsluitend gier	3 i.e.
1 kalf, geit of schaap	1 i.e.
1 varken, volledige lozing	2 i.e.
1 varken, uitsluitend gier	1 i.e.
1 stuks pluimvee	0,1 i.e.
1 pelsdier	0,1 i.e.

III.6.1.13. Verziltig

De samenstelling van het zeewater varieert per plaats en in de tijd. In tabel 14 is de gemiddelde verhouding van de in de Noordzee meest voorkomende zouten gegeven.

Tabel 14. Gemiddelde verhouding van een aantal in de Noordzee voorkomende zouten

Keukenzout	(NaCl)	-	77,7%
Magnesiumchloride	(MgCl ₂)	-	10,8%
Magnesiumsulfaat	(MgSO ₄)	-	4,7%
Calciumsulfaat	(CaSO ₄)	-	3,6%
Kaliumsulfaat	(K ₂ SO ₄)	-	2,6%
Koolzure kalk	(CaCO ₃)	-	0,3%
Magnesiumbromide	(MgBr ₂)	-	0,2%
Overige zouten		-	0,1%

Meestal wordt het chloridegehalte gebruikt als maat voor het zoutgehalte. In de Noordzee bedraagt het chloridegehalte $\pm 18\ 000\ \text{mg.l}^{-1}$.

Zoet water bevat 0 - 300 $\text{mg.l}^{-1}\text{Cl}^{-}$
 Brak water bevat 300 - 5000 $\text{mg.l}^{-1}\text{Cl}^{-}$
 Zout water bevat >5000 $\text{mg.l}^{-1}\text{Cl}^{-}$

De jaarlijkse zoutbelasting van Nederland bedraagt globaal voor:

- zeesluizen	14 miljoen ton chloride		
- Rijn	11 "	"	"
- kwel	3,0 "	"	"
- Maas	0,79 "	"	"
- gladheidsbestrijding	0,18 "	"	"
- agrarisch afval	0,12 "	"	"
- neerslag	0,12 "	"	"
- huishoudelijk afval	0,10 "	"	"

De verzilting via de riviermondingen is aanzienlijk, maar moeilijk kwantificeerbaar.

De belangrijkste verziltingsbronnen voor de landbouw zijn de Rijn en de zoute kwel.

III.6.1.14. De Rijn

In tabel 15 staat de gemiddelde jaarlijkse wateraanvoer in Nederland. Gezien het aandeel van de Rijn is de kwaliteit ervan van groot belang.

Tabel 15. Gemiddelde jaarlijkse wateraanvoer in Nederland

	mm.jr^{-1}	$\text{miljard m}^3 \text{ jr}^{-1}$
Rijn (Lobith)	1725	69
Neerslag	750	30
Maas (Borgharen)	200	8
Kleine rivieren	75	3
	2750	110

Voor peilbeheersing en watervoorziening ten behoeve van de landbouw is men in een zomerhalfjaar voor meer dan 80% aangewezen op Rijnwater. Over het algemeen is de kwaliteit van het Rijnwater in de loop van deze eeuw steeds verder verslechterd. Hiervan is in tabel 16 een overzicht gegeven.

Tabel 16. Verandering van de kwaliteit van het Rijnwater (mg.l^{-1})

	1870	1930	1980
Chloride	12	60	164
Sulfaat	35	42	72
Bicarbonaat	160	161	159
Calcium	50	63	80
Magnesium	10	10	11
Natrium	5	26	87
Kalium	5	5 à 10	6
Ammonium (N)	0	0,2	0,8
Nitraat (N)	0,2 à 0,5	0,7	3,9

III.6.2. I n d e l i n g v a n h e t w a t e r

III.6.2.1. Biologische watertypering

Algemeen

In het aquatisch systeem komen verschillende groepen van organismen voor:

- bacteriën
- fytoplankton (plantaardige, in het water levende, micro-organismen, waaronder algen)
- zooplankton (dierlijke micro-organismen)
- macrofauna (met het blote oog waarneembare waterdieren)
- macrofyten (hogere waterplanten, mossen, varens, kranswieren)

Hydrobiologisch onderzoek heeft als voordeel dat een monster een beeld geeft van het watersysteem als geheel en van de toestand over een langere tijd (met name de macrofauna en de macrofyten). Nadelen zijn de tijdrovende bemonstering en analyses, de moeilijkheid om de resultaten in cijfers weer te geven en geringe geschiktheid om vervuilingsbronnen te lokaliseren.

Indeling van wateren

- chloridegehalte

De indeling van wateren naar het chloridegehalte staat vermeld in tabel 17.

Tabel 17. Indeling van wateren naar het chloridegehalte (REDEKE, 1975)

Type	Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	Enkele kenmerkende soorten
Zoet water	< 100	krabbescheer, driehoeksmossels, voorns
oligchalien	100 - 1000	aasgarnalen, driehoeksmossels
mesochalien	1000 - 10000	brakwatergarnalen, brakwaterpoliep, brakwatergondel, darmwier
polyhalien	>10 000	vorksprietgarnaal, brakwatergarnaal, bot

- voedselrijkdom (trofie)

De minerale voedselrijkdom van het water is bepalend voor de primaire produktie aan organisch materiaal. Zowel fosfaat als stikstof kunnen onder Nederlandse omstandigheden de beperkende factor zijn voor de groei en geven daarom een goede indicatie van de voedselrijkdom. De indeling voor diepe, zoete meren staat in tabel 18.

Tabel 18. Indeling voor diepe, zoete meren in trofiegraden
(VOLLENWEIDER, 1968)

Trofie	Totaal fosfaat (mg P.l ⁻¹)	Anorganisch stikstof (mg N.l ⁻¹)
utra - oligotroof	<0,005	<0,20
oligo - mesotroof	0,005 - 0,01	0,20 - 0,40
meso - eutroof	0,01 - 0,03	0,30 - 0,65
eu - polytroof	0,03 - 0,10	0,50 - 1,5
polytroof	>0,10	>1,5

- verontreiniging (saprobie)

Organische verontreiniging gaat gepaard met bacteriële afbraak. Voor de biologische zelfreiniging is zuurstof nodig. Het saprobie-systeem geeft een indeling van de mate van organische verontreiniging. Deze indeling staat in tabel 19.

Tabel 19. Saprobiesysteem

Mate van organische belasting	Zuurstofbalans	Aantal bacteriën per ml	Kenmerkend organismen
weinig (oligosaproob)	altijd O ₂ aanwezig geen duidelijk dag/nacht ritme	< 1000	helder water met fyto- en zoöplankton, insectenlarven, div. vissoorten
matig (β-meso-saproob)	altijd veel O ₂ aanwezig, dag/nachtritme	10 ³ -10 ⁵	veel fyto- en zoöplankton, veel hogere planten, slakken, mossels, div. vissoorten
sterk (α-meso-saproob)	schommelend O ₂	>10 ⁵	minder soorten, veel individuen, tubifex, rode muggelarven, blauwwieren, oerdiertjes, geen hogere planten
zeer sterk (polysaproob)	geen O ₂	>10 ⁶	bacteriën, schimmels, enkele protozoa, geen vissen, kreeften en slakken

- verder kunnen onder andere de stroomsnelheid en de biologische samenstelling criteria zijn om water in typen te onderscheiden.

III.6.2.2. Chemische watertypering

Algemeen

Voor het bepalen van de waterkwaliteit in strikte zin zijn biologische methoden minder geschikt. Met name geldt dit voor het vaststellen van de waterkwaliteit in verband met op de mens gerichte functies. Hiervoor is het nodig de waarden van de afzonderlijke fysische- en chemische parameters rechtstreeks te bepalen. De resultaten geven directe informatie en zijn relatief snel beschikbaar. Een nadeel is, dat ieder monster een momentopname is van een deelaspect van het watersysteem. De resultaten van de analyses zijn als exacte cijfers weer te geven, wat de verwerking ervan vereenvoudigt.

Bij de chemische watertypering wordt meestal gebruik gemaakt van de hoeveelheid en de verdeling van de macro-elementen: Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ en Ca^{2+} . Hiervan komen er enige tot duizenden milligrammen per liter water voor. De gehalten van de micro-elementen stikstof en fosfaat, zijn veel geringer. Van de micro-elementen is bij de biologische watertypering een indeling in trofie graden gegeven.

Diagrammen

- ionendiagram volgens Stiff (HEM, 1959)

Van een watermonster worden de concentraties van de drie anionen (HCO_3^- , SO_4^{2-} en Cl^-) en van de vier kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ en Na^+) omgerekend in meq.l^{-1} . Vervolgens wordt de concentratie van een bepaald ion omgerekend tot een percentage van de totale concentratie van de voornoemde anionen en kationen. Deze verhoudingen zijn in een figuur weer te geven, waarbij links de percentages kationen en rechts de percentages anionen uitgezet worden. Onder de figuur kan een balk worden getekend, waarvan de lengte een maat is voor de totale concentratie anionen en kationen. Normaliter is de som van de anionen ongeveer gelijk aan de som van de kationen.

Voorbeeld:

Een watermonster bevat aan:

kationen:	Ca^{2+}	: 45,1 mg.l^{-1}	= 2,25 meq.l^{-1}	= 30%
	Mg^{2+}	: 9,1 mg.l^{-1}	= 0,75 meq.l^{-1}	= 10%
	Na^+	: 92,0 mg.l^{-1}	= 4,00 meq.l^{-1}	} = 60%
	K^+	: 19,6 mg.l^{-1}	= 0,50 meq.l^{-1}	
			7,50 meq.l^{-1}	
anionen:	HCO_3^-	: 91,5 mg.l^{-1}	= 1,50 meq.l^{-1}	= 20%
	SO_4^{2-}	: 108,1 mg.l^{-1}	= 2,25 meq.l^{-1}	= 30%
	Cl^-	: 133,1 mg.l^{-1}	= 3,75 meq.l^{-1}	= 50%
			7,50	

Dit voorbeeld is grafisch weergegeven in fig. 2.

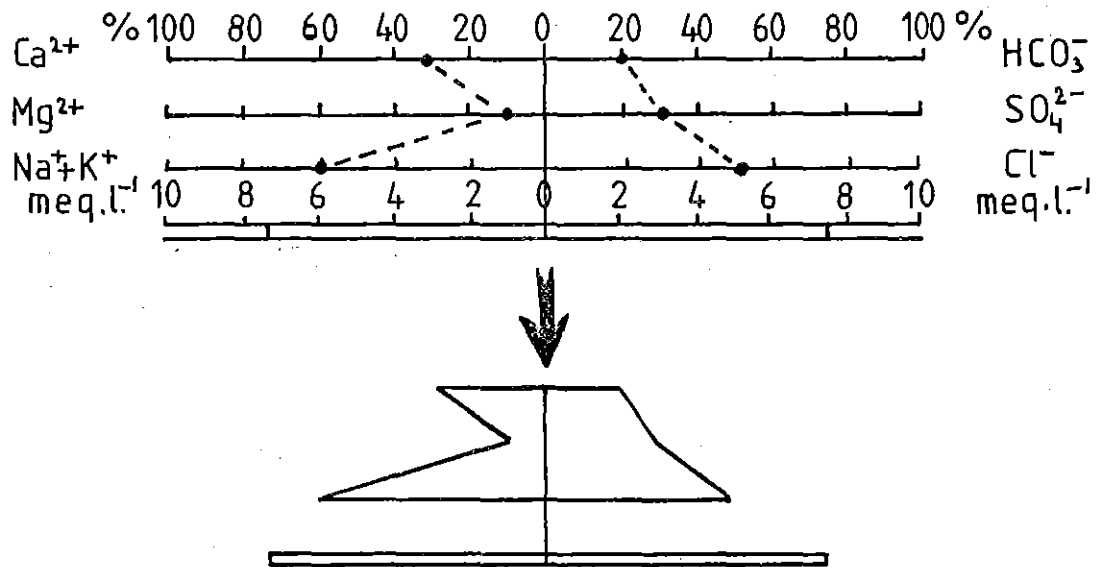
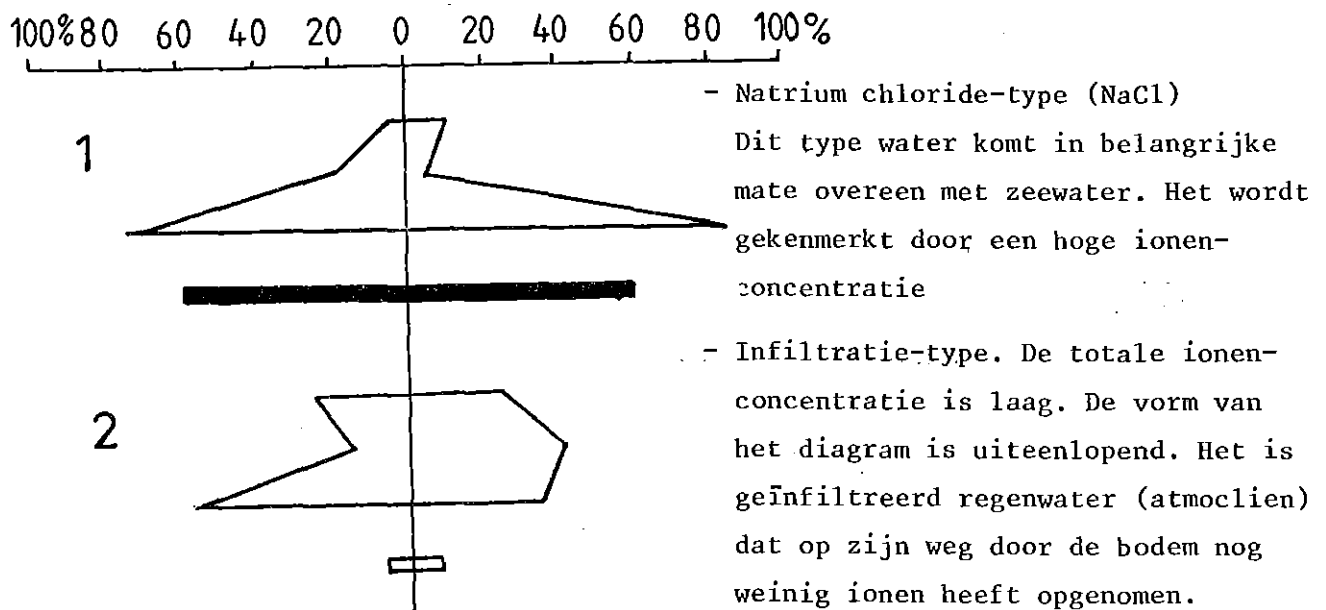


Fig. 2. Stiff-diagram

Aan de hand van de vorm van het diagram en de lengte van de balk kan het water in verschillende typen worden ingedeeld. In fig. 3 staan de meest voorkomende typen grondwater als diagram afgebeeld.



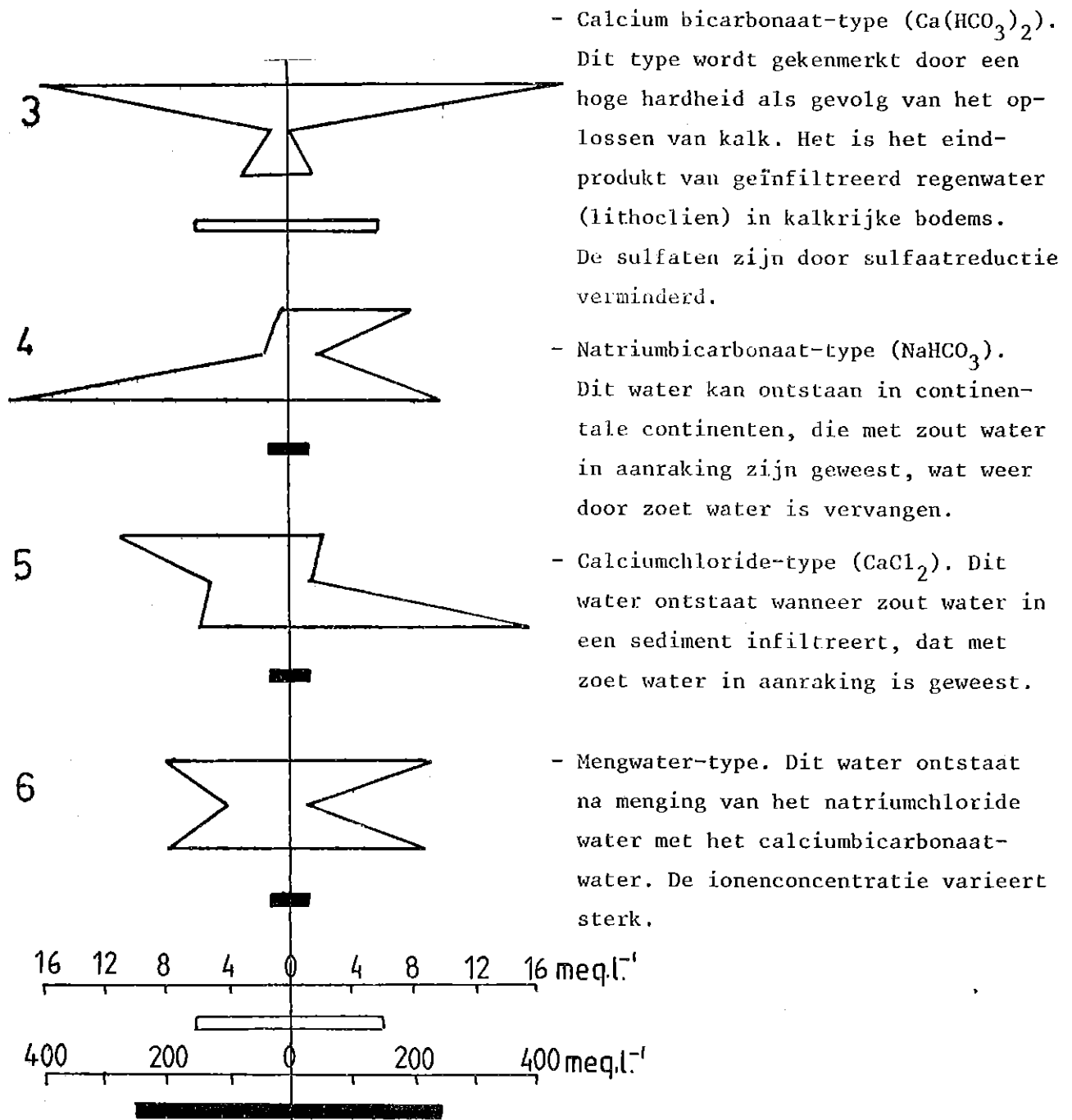


Fig. 3. Veel voorkomende grondwatertypen afgebeeld als ionendiagram volgens Stiff

- Piperdiagram

Piperdiagrammen geven in principe dezelfde informatie als ionen-(Stiff-) diagrammen en berusten eveneens op de weergave van de aandelen van de verschillende kationen en anionen. De aandelen van de verschillende anionen en kationen worden als een punt weergegeven, waardoor meerdere monsters in één figuur weergegeven kunnen worden.

Er kan in een piperdiagram onderscheid gemaakt worden in primair en secundair en in alkalien en salien water:

primair water : $\text{aandeel Na} + \text{K} > \text{aandeel Ca} + \text{Mg}$ (in meq.)

secundair " : " $\text{Ca} + \text{Mg} > \text{Na} + \text{K}$ " "

alkalien " : " $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 + \text{Cl}$ " "

salien " : " $\text{SO}_4 + \text{Cl} > \text{HCO}_3$ " "

De volgende grondwatertypen kunnen worden onderscheiden:

1. secundair alkalien ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)
2. primair alkalien ($\text{Na/K}(\text{HCO}_3)$)
3. secundair salien (CaSO_4/Cl)
4. primair salien ($\text{Na/K, SO}_4/\text{Cl}$)
5. geen der ionen domineert

In het piperdiagram zijn als voorbeeld de zes typen water die hiervoor als ionendiagram weergegeven zijn ingetekend in fig. 4.

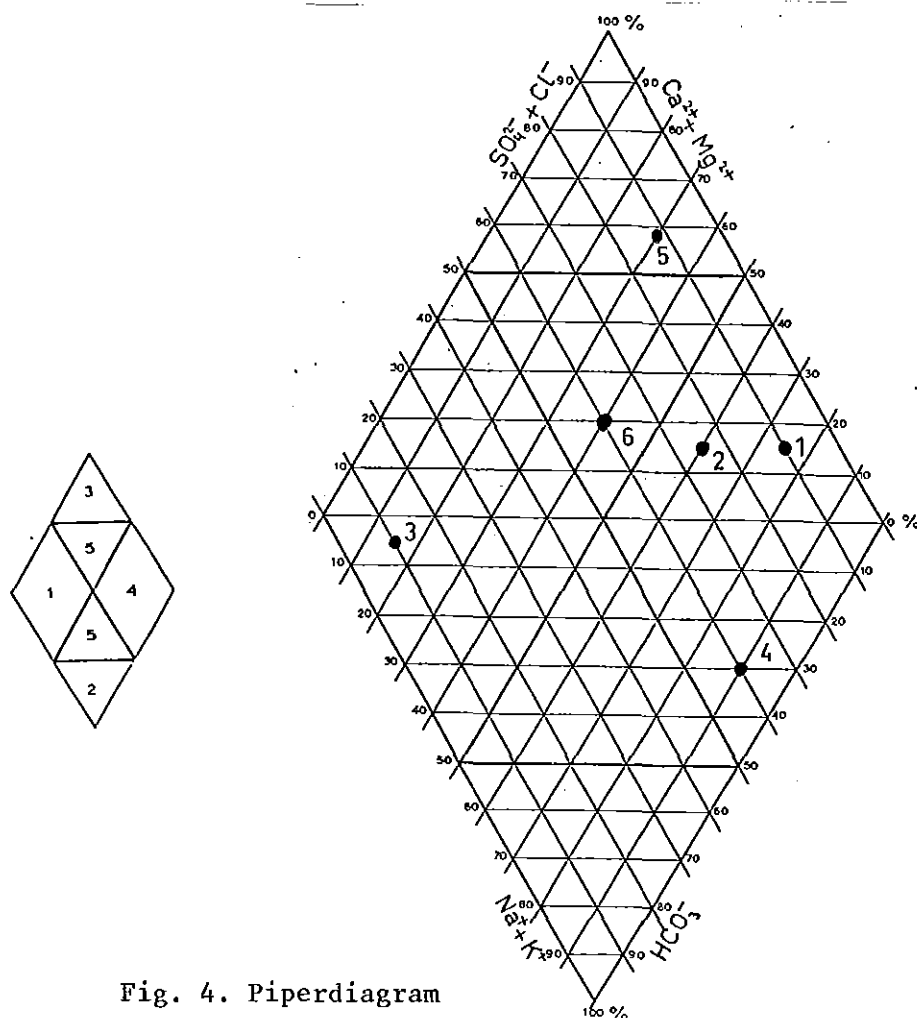


Fig. 4. Piperdiagram

III.6.2.3. Klasse indeling

In principe kan voor de beoordeling van water voor iedere parameter een klasseindeling worden gemaakt. Om een gespreide verdeling van resultaten over de verschillende klassen te krijgen, kan vooraf een frequentie-analyse worden uitgevoerd. Er zijn weinig algemeen toepasbare indelingen omdat de samenstelling van het water plaatselijk sterk kan afwijken. Om de zuurstofhuishouding van het oppervlaktewater te kunnen kwantificeren kan gebruik worden gemaakt van de indeling zoals die in het Indicatief meerjaren Programma voor de bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater is gehanteerd. (MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1981). Daarin worden drie parameters gebruikt om de zuurstofhuishouding te kunnen beschrijven. Dit zijn het zuurstofverzadigingspercentage, het biochemisch zuurstofverbruik en het gehalte aan ammoniumstikstof.

De methode is als volgt:

Per bemonsteringspunt worden alle afzonderlijke meetresultaten gewaardeerd volgens onderstaande indeling. Daarna worden de puntenwaarderingen opgeteld en gedeeld door het aantal bemonsteringen. Het puntengemiddelde ligt dan tussen 3 en 15.

Tabel 20. Indeling van een drietal waterkwaliteit parameters

Punten	O ₂ verzadiging %	BZV (mg.l ⁻¹ O ₂)	NH ₄ ⁺ - N (mg.l ⁻¹)
1	91 - 110	≤ 3	< 0,5
2	71 - 90 111 - 120	3,1 - 6,0	0,5 - 1,0
3	51 - 70 121 - 130	6,1 - 9,0	1,1 - 2,0
4	31 - 50	9,1 - 15,0	2,1 - 5,0
5	≤30 en >130	>15,0	>5,0

Voorbeeld:	1e bemonstering	2e bemonstering	Waardering	
O ₂ verz. %	75	95	2	1
BZV (mg.l ⁻¹ O ₂)	7,0	4,0	3	2
NH ₄ ⁺ - N (mg.l ⁻¹)	1,5	0,7	3	2
	Totaal 13 : 2 = 6,5			

De puntenwaardering kan op een visueel aantrekkelijke wijze worden weergegeven via de in tabel 21 gegeven kleurcodering.

Tabel 21. Kleurcodering voor het aangeven van de waterkwaliteit

Klasse	Kleurcode	Puntengemiddelde voor 3 parameters	Puntengemiddelde voor 1 parameter
1	blauw	3,0 - 4,5	1,0 - 1,5
2	groen	4,6 - 7,5	1,6 - 2,5
3	geel	7,6 - 10,5	2,6 - 3,5
4	oranje	10,6 - 13,5	3,6 - 4,5
5	rood	13,6 - 15,0	4,6 - 5,0

Voor fosfaat bestaat een aparte klasseindeling. Deze staat in tabel 22.

Tabel 22. Klasseindeling voor fosfaat

Klasse	Kleurcode	Totaal-fosfaat (mg.P.l ⁻¹) (gemiddelde april t/m sept.)
1	blauw	≤10
2	groen	0,11 - 0,20
3	geel	0,21 - 0,30
4	oranje	0,3 - 0,74
5	rood	≥0,75

Belastingsindex (BOTS, e.a. (1978))

De belastingsindex is ingevoerd om naast de zuurstofhuishouding eveneens de voedselrijkdom van het oppervlaktewater in één getal uit te kunnen drukken.

Per monsterpunt worden aan vijf parameters een aantal punten toegekend (zie tabel 23). De som van deze punten geeft een getal, de belastingsindex. Minimaal zijn er 5 en maximaal 50 punten te behalen.

Tabel 23. Indeling van een vijftal waterkwaliteitsparameters voor het bepalen van de belastingsindex

Pun- ten	NH ₄ -N (mg.l ⁻¹)	Org-N (mg.l ⁻¹)	ortho-P (mg.l ⁻¹)	Totaal-P (mg.l ⁻¹)	Zuurstof verzadiging (%)	
1	0,0 -0,20	0,0 -0,50	0,0 -0,01	0,0 -0,05	91-109	
2	0,20-0,40	0,50-0,75	0,01-0,03	0,05-0,10	81-90	110-119
3	0,40-0,60	0,75-1,00	0,03-0,07	0,10-0,15	71-80	120-129
4	0,60-0,80	1,0 -1,5	0,07-0,11	0,15-0,20	61-70	130-139
5	0,80-1,00	1,5 -2,0	0,11-0,15	0,20-0,30	51-60	140-149
6	1,00-1,25	2,0 -2,5	0,15-0,20	0,30-0,40	41-50	150-159
7	1,25-1,50	2,5 -3,0	0,20-0,30	0,40-0,50	31-40	160-169
8	1,50-2,00	3,0 -4,0	0,30-0,40	0,50-0,75	21-30	170-179
9	2,00-2,50	4,0 -5,0	0,40-0,50	0,75-1,00	11-20	180-189
10	≥2,50	≥5,0	≥0,50	≥1,00	0-10	≥190

III.6.3. W a t e r k w a l i t e i t s n o r m e n

III.6.3.1. Algemeen

Een w a t e r k w a l i t e i t s n o r m is een grenswaarde die voor een bepaalde kwaliteitsparameter niet of slechts incidenteel mag worden overschreden. Bij overschrijding van een g r e n s w a a r d e zullen bepaalde effecten met een zekere kans optreden.

Een s t r e e f w a a r d e is een norm voor de lange termijn en heeft een permanent karakter..

Grootte en frequentie van toe te laten overschrijdingen van een norm zijn afhankelijk van hygiënische, technische, economische, sociale en ecologische doelstellingen. Het stellen van normen is niet eenvoudig door de vele interacties en relaties die er tussen de verschillende verbindingen en organismen bestaan. Waterkwaliteitsnormen zijn dan ook

minder absoluut dan het woord norm doet veronderstellen.

III.6.3.2. Basiskwaliteit voor oppervlaktewater

In het Indicatief Meerjaren Programma is het begrip basiskwaliteit ingevoerd. Het geeft een minimum aan in het geheel van waterkwaliteitsdoelstellingen. Water dat aan de basiskwaliteitsnormen voldoet veroorzaakt geen overlast voor de omgeving, ziet er niet vervuild uit en biedt goede levenskansen voor levensgemeenschappen. Deze kwaliteit zou op korte termijn voor alle zoete Nederlandse oppervlaktewateren bereikt moeten worden.

In tabel 24 staat een beknopt overzicht van de normen met betrekking tot de basiskwaliteit. Er is onderscheid gemaakt tussen absolute en gemiddelde normen. Een absolute norm geldt als uiterste waarde voor afzonderlijke waarnemingen, terwijl een gemiddelde norm betrekking heeft op een gemiddelde van een reeks waarnemingen.

Tabel 24. Waterkwaliteitsnormen voor zoet oppervlaktewater in Nederland.
(Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1981)

Parameter	Soort norm	Norm + opmerkingen
*geur	absoluut	natuurlijk
*kleur	absoluut	natuurlijk
drijvend vuil	absoluut	natuurlijk
*doorzicht	gemiddeld	>0,5 m, gedurende het zomerhalfjaar
*temperatuur	absoluut	<25°C
*opgeloste zuurstof	absoluut	>5 mg.l ⁻¹
*pH	absoluut	6,5-9
chlorophyl-a	gemiddeld	<100 µg.l ⁻¹ , gedurende het zomerhalfjaar
*chloride	absoluut	<200 mg.l ⁻¹
*sulfaat	absoluut	<100 mg.l ⁻¹
*totaal-fosfaat	gemiddeld	<0,2 mg.l ⁻¹ (P), gedurende het zomerhalfjaar
nitraat+nitriet	absoluut	<10,0 mg.l ⁻¹ (N)
BZV ₂₀ 5	gemiddeld	<5,0 mg.l ⁻¹ (O ₂)
**ammonium + ammoniak	gemiddeld	<1,0 mg.l ⁻¹ (N)
vrij ammoniak	absoluut	<0,02 mg.l ⁻¹ (N) **)
fenolen	absoluut	<10 µg.l ⁻¹ (fenol)
cadmium (totaal)	absoluut	<2,5 µg.l ⁻¹
kwik (totaal)	absoluut	<0,5 µg.l ⁻¹
koper (totaal)	absoluut	<50 µg.l ⁻¹
lood (totaal)	absoluut	<50 µg.l ⁻¹

vervolg tabel 24.

Parameter	Soort norm	Norm + opmerkingen
zink (totaal)	absoluut	<200 $\mu\text{g.l}^{-1}$
chrom (totaal)	absoluut	< 50 $\mu\text{g.l}^{-1}$
nikkel (totaal)	absoluut	< 50 $\mu\text{g.l}^{-1}$
arseen (totaal)	absoluut	< 50 $\mu\text{g.l}^{-1}$
olie (tetra extr.)	absoluut	<200 $\mu\text{g.l}^{-1}$
polycyclische aromaten	absoluut	<0,2 $\mu\text{g.l}^{-1}$
opp. actieve stoffen	absoluut	<200 $\mu\text{g.l}^{-1}$
cholinesterase remmers	absoluut	<1,0 $\mu\text{g.l}^{-1}$
organochloor pestiden		
totaal	absoluut	<0,10 $\mu\text{g.l}^{-1}$
individueel	absoluut	<0,05 $\mu\text{g.l}^{-1}$
PCB's en PCT's	absoluut	<0,01 $\mu\text{g.l}^{-1}$
$\alpha+\beta+\gamma$ activiteit		
excl.tritium	gemiddeld	<10 pCi.l ⁻¹
tritium	gemiddeld	<5000 pCi.l ⁻¹
faecale coli	gemiddeld	2000 M.PN.100 ml ⁻¹

* Afwijkingen door natuurlijke oorzaken kunnen voorkomen

**Het aandeel van vrij ammoniak is afhankelijk van de pH en de water-temperatuur. In tabel 25 staat voor de absolute norm van 0,02 mg.l⁻¹ N voor vrij ammoniak de gehalten aan NH_4^+ + NH_3 die daarmee overeenkomen

Tabel 25. De gehalten aan (NH_4^+ + NH_3) in mg.l⁻¹ N die overeenkomen met een gehalte van 0,02 mg.l⁻¹ N vrij ammoniak in water in afhankelijkheid van de pH en de temperatuur

°C	pH	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
5		55,0	16,7	5,1	1,6	0,53	0,18	0,07
10		33,3	10,5	3,4	1,1	0,36	0,13	0,05
15		22,2	7,4	2,4	0,75	0,25	0,09	0,04
20		15,4	5,0	1,6	0,52	0,18	0,07	0,03
25		11,1	3,6	1,2	0,3	0,13	0,06	0,03

III.6.3.3. Waterkwaliteitsnormen voor de akker- en tuinbouw

In Nederland is de neerslag de belangrijkste waterbron voor landbouwgewassen. Een eventuele ophoping van zout in de zomerperiode wordt in de daaropvolgende winter weer uitgespoeld. Bij kunstmatige watervoorziening moet worden gezorgd, dat er geen ophoping van zouten in

het profiel plaatsvindt. Hiervoor worden door de EEG de in tabel 26 vermelde grenzen voor het totale zout- en het chloridegehalte voor het irrigatiewater aangehouden, waarbij de grootte van de jaarlijkse watergift op een optimale vochtvoorziening voor het gewas is gebaseerd.

Tabel 26. Grenswaarden voor het totale zoutgehalte en het chloridegehalte in milligrammen per liter van irrigatiewater in afhankelijkheid van de jaarlijkse watergift en de gevoeligheid van het gewas

Gevoeligheid van het gewas	Kasteelt		Volle gronds landbouw			
			humide		semi-aride en aride	
	600 - 1000 mm		100 - 300 mm		300 - 1000 mm	
	tot.zout	chloride	tot.zout	chloride	tot.zout	chloride
erg gevoelig	160	40	500	200	250	100
gevoelig	400	100	1250	400	750	200
vrij tolerant	800	200	2000	700	1000	350

Van enkele andere elementen zijn grenswaarden voor irrigatiewater afgeleid uit verschillende onderzoeksresultaten. Deze staan in tabel 27 vermeld en gelden voor gevoelige (dichte) gronden.

Tabel 27. Grenswaarden voor enkele elementen voor irrigatiewater

Element	Grenswaarde (mg.l ⁻¹)	Giftig of schadelijk voor	Opmerkingen:
arseen	0,1	planten, dieren	vernietiging van chlorofiel, accumulatie in de bodem
bromide	4,0	mensen	accumulatie in planten
cadmium	0,01	mensen	accumulatie in bodem en plant
chroom	1,0	planten, mensen	6-waardig chroom 0,1 mg.l ⁻¹
koper	0,2	planten	vooral in zure grond gevaarlijk
fluoride	1,0	planten, mensen	sierbloemen
ijzer	2,0	planten, materiaal	
lood	5,0	planten	

vervolg tabel 27.

Element	Grenswaarde (mg.l ⁻¹)	Giftig of schadelijk voor	Opmerkingen:
magnesium	0,5	planten	in zure gronden 0,2 mg.l ⁻¹
molybdeen	0,01	dieren	
nikkel	0,2	planten	vooral in zure grond gevaarlijk
seleen	0,02	mensen	menselijke consumptie max. 0,2 mg.etm. ⁻¹
zink	2,0	planten	de grenswaarde is kleiner bij aanwezigheid van Cu of Ni

De verschillende gewassen zijn niet even gevoelig voor verontreinigingen. Hierover is nog niet veel bekend. Voor het chloridegehalte van het oppervlaktewater bij gebruik voor verschillende vormen van bodemgebruik zijn de globale waarden gevonden die in tabel 28 vermeld staan.

Tabel 28. Maximaal toelaatbare chloride concentraties van het oppervlaktewater voor enkele verschillende vormen van bodemgebruik

Bodemgebruik/culture	Toelaatbare concentratie (mg.l ⁻¹ .Cl ⁻)
Grasland	600
Bouwland (alg)	600
Aardappelen/bieten	600
Pit- + steenvruchten	300
Boomkwekerijgewassen	300
Volle-gronds tuinbouw	300
Bloembolgewassen	300
Glastuinbouw	200
Substraatteelt	50

III.6.3.4. Drinkwaternormen voor vee

Enkele EEG normen voor het drinkwater van vee staan vermeld in tabel 29. De grenswaarden zijn vastgesteld voor afzonderlijke elementen. Voor combinaties van elementen zijn geen grenswaarden opgegeven.

Tabel 29. Enkele drinkwaternormen voor vee

Element	Grenswaarde (mg.l ⁻¹)	Element	Grenswaarde (mg.l ⁻¹)
arseen	0,1	kwik	0,002
cadmium	0,01	molybdeen	0,1
chrom (6 waardig)	0,05	nitraat (N)	45
koper	0,2	nitriet (N)	1,5
fluoride	2,0	seleen	0,02
lood	0,1	faecale coli bact.	10 ml ⁻¹

Verder is voor Nederlandse omstandigheden voor calcium een globale grenswaarde van 1000, voor magnesium van 500, voor natrium van 2000 en voor ijzer van 0,2-5,0 mg.l⁻¹ gevonden.

De verschillende diersoorten stellen voor een bepaalde verontreiniging andere eisen. Voor het totale zoutgehalte zijn de waarden gevonden die in tabel 30 vermeld staan.

Tabel 30. Grenswaarden voor het totale zoutgehalte van het drinkwater van een aantal diersoorten

Diersoort	Totaal zoutgehalte (g.l ⁻¹)
kip	3,0
varken	4,0
paard	6,5
melkvee	7,0
fokvee	10,0
schaap	12,0

III.6.3.5. Normen voor zwemwater

Aan de hand van een beperkt aantal parameters kan de zwemwaterkwaliteit worden beoordeeld. Deze parameters staan in het beknopte schema van tabel 31 vermeld. Binnenkort worden deze normen echter vervangen door Europese richtlijnen.

Tabel 31. Normen voor zwemwater (Gezondheidsraad, 1973)

Parameter		Klasse	Norm
Algemeen	doorzicht	1	>1 m of tot bodem
		2	1,0 - 0,5 m
		3	<0,5 m
	kleur, geur, smaak, drijvende stoffen	1	niet of nauwelijks waarneembaar
		2	hooguit door natuurlijke omstandigheden
		3	duidelijk waarneembaar (door verontreiniging)
chemisch	zuurstofverzadigingspercentage	1	75-125
		2	50-75 of 125-150
		3	<50 of >150
	biologisch zuurstof verbruik	1	<5 mg.l ⁻¹ (O ₂)
		2	5-10 " "
		3	>10 " "
	pH	1 en 2	4-9 (natuurlijke oorzaak)
		3	<4 en >9
bacteriologisch	coli-bacteriën	1	1 faecale coli-bact.per ml
		2	1-10 " " " "
		3	>10 " " " "

In tabel 31 is een indeling gemaakt in drie kwaliteitsklassen:

klasse 1: geschikt

klasse 2: matig geschikt, verbetering gewenst

klasse 3: ongeschikt, verbetering dringend gewenst.

III.6.4. L i t e r a t u u r

- AMERICA PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1960. Standard methods for the examination of water and waste water. New York
- BIEMOND, C., e.a., 1975. Handboek voor milieubeheer. Vermande Zonen, IJmuiden
- BOTS, W.P.C.M., P.C. JANSEN, G.J. NOORDEWIER, 1978. Fysisch-chemische samenstelling van oppervlakte- en grondwater in het noorden des lands. Regionale studies 13. ICW Wageningen
- GEZONDHEIDSRAAD, 1973. Interim rapport inzake de eisen welke, met het oog op de gezondheid van de mens, aan het oppervlaktewater dienen te worden gesteld. Rijswijk
- HEM, J.D., 1959. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U.S.Geol.Survey Water supply, Paper 1473
- IMHOFF, K., 1966. Taschenbuch der Stadtentwässerung. Verlag von Oldenbourg, München, Wien
- KNMI en RID, 1980. Meetnet voor de bepaling van de chemische samenstelling van de neerslag in Nederland. Jaaroverzicht 1980, KNMI, De Bilt
- KOLENBRANDER, G.J., 1972. Eutrophication from agriculture with special reference to fertilizers and animal waste. Soils Bulletin 16. FAO, Rome
- LIEBMAN, H., 1960. Handbuch der Frischwasser und Abwasser biologie II, München
- MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1981. Indicatief meerjarenprogramma Water 1980-1984, 's-Gravenhage
- _____, 1977. Wet verontreiniging oppervlaktewateren, Vermande Zonen, IJmuiden
- REDEKE, H.C., 1975. Hydrobiologie van Nederland. Backhuys en Meesters, Amsterdam
- RIJTEMA, P.E. en C.G. TOUSSAINT, 1982. Een globale raming van de fosfaatbelasting uit het landelijk gebied. Nota 1322, ICW, Wageningen
- SLADECECK, 1973. System of water quality from the biological point of view. Archiv für Hydrobiologie. Beiheft 7
- STEENVOORDEN, J.H.A.M., 1981. De gevolgen van het landbouwkundig bodemgebruik voor de chemische samenstelling van het grond- en oppervlaktewater. Nota 1264, ICW, Wageningen

VOLLENWEIDER, R.A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication
of lakes and flowing waters. OECD, Bibliography, Paris