

Handleiding

Chemisch wateronderzoek

14 - 18 jaar



NMEC DE HELIX
Hoogvorst 2
9506 Grimminge
dehelix@lne.vlaanderen.be
tel. 054 31 79 50
www.dehelix.be

lne.
Departement
Leefmilieu,
Natuur en
Energie



Handleiding:

Chemisch wateronderzoek

Doelgroep

14 – 18 jaar

Periode

April – oktober

Duur van de activiteit

1 u 15

Materiaal

testkit: nitraten

testkit: nitrieten

testkit: fosfaten

testkit: ammonium

testkit: chloriden

testkit totale hardheid

digitale pH- ,temperatuur en
zuurstofmeter

gele stofdoeken om materiaal af te
drogen

recipiënt voor afvalwater

recipiënt voor het vijverwater

werkbladen

Verloop

Praktische organisatie

- De testkits worden op voorhand klaargezet in het lokaal. Elke testkit is vergezeld van een kaartje met de werkwijze.
- De staalname voor het chemisch onderzoek voer je uit voor de vijver is omgewoeld door het scheppen naar waterdierpjes.
- Het waterstaal mag niet te lang blijven staan voor het uitvoeren van de zuurstofmeting, omdat een deel van de zuurstof door opwarmen uit het staal kan verdwijnen.
- Indien de leerlingen nog nooit met zo'n testkits hebben gewerkt demonstreer je best de werkwijze met bijvoorbeeld de test voor nitriet (= korte test) en geef je een korte toelichting bij het uitvoeren van een titratie (test voor chloriden).
- Werkverdeling: alle groepen voeren twee testen uit. De combinatie van de testen is zo gekozen dat alle groepen ongeveer gelijktijdig klaar zijn.
 - Groep 1: fosfaat en nitriet
 - Groep 2: nitraat en chloriden
 - Groep 3: ammonium + totale hardheidElk groepje begint best met de eerstgenoemde test, omdat er bij deze test een zekere wachttijd is voor het resultaat kan afgelezen worden. Tijdens deze wachttijd kunnen de leerlingen de 2^e test uitvoeren.
- De leerlingen werken per 2: één leest het 'recept', de ander voert de test uit. Bij de tweede test kunnen ze de taken eens omwisselen.
- De testen worden dubbel of driedubbel gecheckt (afhankelijk van het aantal leerlingen).
- De leerlingen noteren de resultaten op het bord – Bij de bespreking wordt het gemiddelde van de uitgevoerde metingen gebruikt.
- Na de tests worden alle recipiënten uitgespoeld met kraantjeswater, afgedroogd en terug in de set gestoken.
- Na de uitvoering van de testen worden de resultaten vergeleken met de normen voor basiskwaliteit van oppervlaktewater. Indien de gemeten waarde sterk afwijkt van de norm wordt gezocht naar een mogelijke verklaring.

Veilig werken met chemische reagentia door leerlingen

- Volg nauwgezet de instructies in de handleidingen.
- Mors niets op de grond, op je kleren of op je handen.
- De potjes met gereageerde producten giet je leeg in het "afvaltonnetje".

Uitvoering van de testen

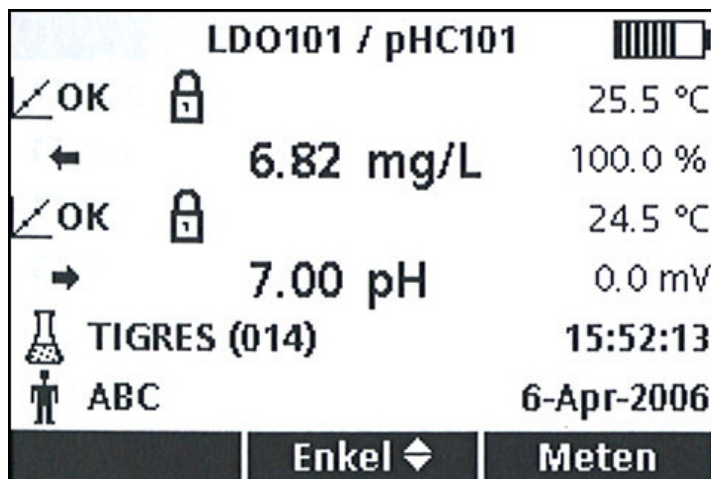
Temperatuur, pH en zuurstof

De temperatuur, pH en zuurstof worden door de begeleider gemeten met het digitale toestel, vooraan aan de tafel.

Werkwijze

- Gebruik van het toestel: zie handleiding op tafel vooraan.
- De gemeten waarden worden op het bord genoteerd.

Beeld display digitaal meettoestel



← Temperatuur gemeten door zuurstofelektrode

← opgeloste zuurstof in mg/l en %

← Temperatuur gemeten door pH-elektrode

← pH of zuurtegraad

Fosfaat en nitriet



Opdracht voor de leerlingen
Bepaal het fosfaat- en nitrietgehalte van het waterstaal
Zie handleiding bij de testkit.
De gemeten waarden worden op het bord genoteerd.

Ammonium (NH_4^+) en totale hardheid



Opdracht voor de leerlingen
Bepaal het ammoniumgehalte en de totale hardheid van het waterstaal.
Zie handleiding bij de testkit.
De gemeten waarde wordt op het bord genoteerd.

Nitraten (NO_3^-) en chloriden



Opdracht voor de leerlingen
Bepaal het nitraat- en chloridengehalte van het waterstaal.
Zie handleiding bij de testkit.
De gemeten waarden worden op het bord genoteerd.

Bespreking van de resultaten

Temperatuur

De temperatuurmeting is noodzakelijk omdat de hoeveelheid zuurstof die in het water kan oplossen o.a. afhankelijk is van de temperatuur.

Bij warmer worden van het water lost er minder zuurstof in op.

Volgens de normen voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater mag de temperatuur maximum 25°C zijn.

De meeste vissen uit onze rivieren kunnen niet tegen temperaturen boven 25°C. Vele vissen kunnen zich niet meer voortplanten bij te hoge temperatuur.

Hogere temperaturen kunnen veroorzaakt worden door industriële bedrijven en elektriciteitscentrales die het rivierwater als koelwater gebruiken. Ook het geloosde huishoudelijk afvalwater is meestal warmer dan het omgevingswater.

Zuurtegraad of pH

De zuurtegraad kan variëren tussen 0 en 14. Daarbij is 0 uiterst zuur en 14 uiterst basisch of zepig. Midden in de schaal ligt pH 7: bij deze waarde is de vloeistof neutraal.

Natuurlijke waters hebben meestal een pH die varieert tussen 6 en 8. Dit is een min of meer neutraal milieu. De meeste waterorganismen verdragen geen grote pH-schommelingen. Beneden pH 5 en boven pH 9 is geen leven mogelijk (uitzondering: ongevoelige insecten en sommige planktonsoorten).

Volgens de normen voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater mag de pH –waarde schommelen tussen 6,5 en 8,5.

Chloriden (Cl⁻)

In functie van het zoutgehalte kan het water ingedeeld worden in zoet, brak en zout water.

De maximaal toelaatbare concentratie voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater is 200 mg/l.

Een stijging van het zoutgehalte is veelal toe te schrijven aan infiltratie van strooizout (in de winterse maanden), lozingen of uitspoeling van kunstmest.

De hoeveelheid opgeloste zuurstof in het water neemt af bij stijgend chloridengehalte.

Eenvoudige organismen zijn zeer gevoelig voor een sterke wijziging in de zoutconcentratie van het uitwendig milieu.

De osmoregulatie bij vissen gebeurt door speciale cellen in de kieuwen. Sommige zoetwatervissen verdragen maximum 150 mg chloriden/l, terwijl waarden boven 200 mg chloriden/l fataal zijn voor de meeste zoetwatervissen.

Zuurstofgas

- De opname van zuurstofgas gebeurt voor een groot deel aan het wateroppervlak door het onmiddellijk contact met de zuurstofrijke lucht. Daarnaast zorgen water- en oeverplanten overdag via fotosynthese voor een aanrijking met zuurstof.
- In sterk stromend water kan meer zuurstofgas uit de lucht in het water oplossen.
- 's Nachts is er bij gebrek aan licht geen fotosynthese en dus ook geen zuurstofproductie door de planten.

- Dieren, planten en aërobe bacteriën verbruiken bij hun ademhaling zuurstof.
- Wanneer water verontreinigd wordt met organisch afval daalt het zuurstofgehalte doordat de bacteriën die het afval afbreken hierbij zuurstof verbruiken. Deze afbraak gebeurt sneller als het water warmer is en bovendien kan warm water minder zuurstof bevatten dan koud water. Rekening houdend met al deze factoren is het makkelijk te verklaren waarom vissen in stilstaand of traag stromend water meestal tijdens warme zomernachten in de problemen komen.
- Op de anaërobe bacteriën in het bodemslib na, hebben alle organismen zuurstof nodig. Sommige waterdieren nemen het nodige zuurstofgas op uit het water. Een aantal soorten komt telkens opnieuw naar de oppervlakte om daar zuurstofgas uit de lucht op te nemen (longslakken, bootsmannetjes, geelgerande watertorren, ...).

Het zuurstofgehalte is waarschijnlijk de belangrijkste parameter voor de bepaling van de waterkwaliteit. Ook de biologische bepaling van de waterkwaliteit is eigenlijk (onrechtstreeks) gebaseerd op de aanwezigheid van zuurstof in het water. Het voorkomen van bepaalde organismen is sterk afhankelijk van de hoeveelheid opgeloste zuurstof.

De norm voor basiskwaliteit van oppervlaktewater is minstens 5 mg/l.

Bij minder dan 5 mg/l happen vissen naar lucht, bij minder dan 3 mg/l sterven ze.

Met deze tabel kan je afleiden hoeveel zuurstofgas maximaal in water kan oplossen in functie van de temperatuur.

Verzadigingswaarde O ₂ in mg/l	
Temperatuur in °C	Zoet water
+0	14,6
1	14,2
2	13,8
3	13,5
4	13,1
5	12,8
6	12,5
7	12,2
8	11,9
9	11,6
10	11,3
11	11,1
12	10,8
13	10,6
14	10,4
15	10,2
16	10,0
17	9,7
18	9,5
19	9,4
20	9,2
21	9,0
22	8,8
23	8,7
24	8,5
25	8,4
26	8,2
27	8,0
28	7,9
29	7,8
30	7,6

Onder niet-gestoorde omstandigheden wijkt het gehalte zuurstofgas doorgaans niet veel af van de verzadigingswaarde; dit is de maximale hoeveelheid zuurstofgas (in mg) die bij een bepaalde temperatuur in 1 liter water opgelost kan worden.

Zakt het zuurstofniveau tot nul dan wordt de rol van aërobe bacteriën door anaërobe soorten overgenomen. Die kunnen zonder zuurstofgas toch de noodzakelijke ademhalingsprocessen op gang houden. Als bijproduct produceren ze o.a. H₂S, een giftig gas met de typische geur van rotte eieren: de waterloop wordt een open riool, waaruit de meeste levensvormen verdwijnen

Het water is **oververzadigd** met zuurstof . Verklaring:

Bij zeer zonnig weer is er een intense zuurstofproductie door water- en oeverplanten en door de eventueel aanwezige wieren (dit laatste vooral bij wierbloei)

Het water is **onverzadigd** met zuurstof. Verklaring:

Het zuurstofverbruik door planten, dieren en bacteriën is groter dan de zuurstofproductie door fotosynthese

Stikstofverbindingen

Stikstof kan in het water in verschillende vormen voorkomen: organische stikstof, ammonium, ammoniak, nitriet en nitraat. Dit zijn afbraakproducten van natuurlijk afval. Afgevallen bladeren en takken, uitwerpselen, dierenkrengen, ... die in het water terecht komen, worden er immers door bacteriën afgebroken. In een eerste stadium vormen welbepaalde bacteriën ammoniak/ammonium. Indien er voldoende zuurstofgas aanwezig is, wordt dit ammoniak/ammonium door andere bacteriën omgezet tot nitrieten en daarna verder tot nitraten.

Dit proces noemen we rotting of mineralisatie. Het uiteindelijke eindproduct, de nitraten, zijn rechtstreekse voedingsstoffen voor planten. Ze bouwen er o.a. hun eiwitten mee op.

Natuurlijke afval → ammoniak/ammonium → nitrieten → nitraten

□ Ammonium (NH_4^+)

Ammoniak (NH_3) en ammonium komen vrij bij de afbraak van plantaardig en dierlijk materiaal door bacteriën. Maar daar waar NH_4^+ -ionen vrij onschadelijk zijn, is het ammoniak reeds bij geringe concentratie gevaarlijk voor waterdieren.

Het evenwicht tussen NH_4^+ en NH_3 verschuift naargelang de pH van het water. In zuur water ligt het evenwicht naar het NH_4^+ toe en is er dus geen gevaar; in basisch water daarentegen komt eerder NH_3 voor en wordt het water toxisch.

De maximaal toelaatbare ammoniumconcentratie voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater is 5 mg/l.

□ Nitriet (NO_2^-)

Nitrieten worden gevormd doordat bepaalde bacteriën in het water ammoniak en ammonium omzetten tot nitriet of andere bacteriën nitraat omzetten tot nitriet.

Nitriet is zeer giftig: een lage concentratie (1 mg/l) kan reeds dodelijk zijn voor een aantal waterorganismen.

Nitrieten hebben heel wat effecten op het lichaam van de mens.

Nitriet interfereert met hemoglobine in het bloed, waardoor de zuurstoftransporterende functie ervan geblokkeerd wordt. Een blauwe verkleuring van huid en slijmvliezen behoort tot de eerste symptomen van nitrietvergiftiging.

Men spreekt van blauwziekte. Bij langdurig zuurstoftekort treedt schade op aan organen en weefsels. Baby's zijn zeer gevoelig voor aanwezigheid van nitriet en vertonen snel de typische ziekteverschijnselen.

In Nederland heeft men voor nitriet de norm vastgelegd op 0,06 mg/l.

□ **Nitraat (NO₃⁻)**

Nitraten zijn de eindproducten van biologische afbraak van organisch afval. Nitraten worden gevormd doordat bacteriën ammonium tot nitriet en vervolgens tot nitraat omzetten. Bij deze omzetting wordt veel zuurstof verbruikt.

Nitraten kunnen echter ook kunstmatig aan het water zijn toegevoegd.

Volgens de normen voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater is de maximum toegelaten concentratie voor nitriet + nitraat 10 mg/l.

Enkel bij grotere concentraties nitraten bvb. in het drinkwater of groenten (nitraten worden vooral opgestapeld in spinazie en sla) kunnen risico's optreden voor de gezondheid. Bacteriën in mond en maag zetten immers het een deel van het nitraat om in het giftige nitriet.

In drinkwater zijn de hoge gehalten aan nitraat schadelijk voor kleine kinderen.

Nitraat kan zich ook binden met aminen in vis tot de zogenaamde nitrosamines; dit zijn kankerverwekkende stoffen.

Fosfaten

Net als nitraten zijn fosfaten in normale (natuurlijke) concentraties voedingsstoffen voor de planten, maar ook hier geldt de regel 'overdaad schaadt'. Grote concentraties aan fosfaten en nitraten zijn een belangrijke bron van **voedselverrijking of eutrofiëring**. Dit leidt tot een buitensporige groei van wieren of algen (**algenbloei**), met als gevolgen: sterke schommelingen in het zuurstofgehalte van het water, vissterfte en het optreden van rottingsprocessen.

De maximaal toelaatbare concentratie voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater is 0,4 mg/l.

Totale hardheid

De hardheid van water wordt bepaald door het **calcium- en magnesiumgehalte** van het water. **Calcium** is noodzakelijk voor de opbouw van kalkhoudende skeletten van waterdieren: de **schaal van schaaldieren**, de **schelp van weekdieren**. **Magnesium** is een noodzakelijk bestanddeel van **chlorofyl**.

Classificatie van water volgens de hardheid uitgedrukt in **Duitse graad of °d (= 10 mg CaO/l)**

0 – 4 °d	zeer zacht
5 – 8 °d	zacht
9 – 12 °d	middelmatig hard
13 – 18 °d	tamelijk hard
19 – 30 °d	hard
> 30 °d	zeer hard

Voor het leven in het water is een **minimale hardheid van 12 °d nodig**.

Bij een tekort aan calcium kunnen bepaalde ongewervelde dieren (bvb. zoetwaterpissebed) afsterven, waardoor ook het voortbestaan van secundaire consumenten in het gedrang komt.

Bronnen van N-vervuiling:

1. Landbouw : \pm 50 %
→ Bemesting
2. Huishoudens : \pm 38 %
→ afvalwater (urine)
3. Industrie : \pm 12 %

Bronnen van P- vervuiling :

1. Huishoudens : \pm 55 %
→ detergents, uitwerpselen
2. Landbouw : \pm 28 %
→ Meststoffen
3. Industrie : \pm 17 %
→ productie van meststoffen
→ productie van fosforzuur

Bronnen van chloridenvervuiling:

Strooizout

Kunstmest

Wol- en tapijtindustrie

Wat is de kwaliteit van het vijverwater op basis van de chemische testen?

Als we de resultaten van onze metingen vergelijken met de normen voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater dan stellen we vast dat het vijverwater voor een aantal chemische parameters niet voldoet aan de normen.

- Vaak zijn 1 of meerdere stikstofverbindingen (ammonium, nitriet of nitraat) in te hoge concentratie aanwezig. Dit is niet zo verwonderlijk, want het afvalwater is vooral afkomstig van de toiletten en in urine zitten veel stikstofverbindingen
- Het fosfaatgehalte is ook meestal te hoog. Deze fosfaten zijn afkomstig van de uitwerpselen en de producten voor de vaatwasmachine.

Waarom halen we deze normen niet?

Het water in de vijver bestaat vooral uit effluent van de waterzuivering, dus zouden we eigenlijk moeten vergelijken met de normen voor zo'n waterzuivering. Maar dat is niet mogelijk omdat

1. de parameters die wij hier testen niet voorkomen in de opgelegde normen voor het effluent van een kleinschalige waterzuivering
2. de parameters waaraan het effluent van een kleinschalige waterzuivering wel moet voldoen kunnen wij niet bepalen, want dat zijn testen die meerdere dagen duren.

De normen voor zowel een kleinschalige als een grootschalige waterzuivering liggen hoger dan de normen voor oppervlaktewater. Dat is logisch, want het effluent van zo'n zuivering wordt verdund als het in een waterloop terecht komt.

Eigenlijk vergelijken we onze metingen met een te strenge norm, maar het is belangrijk om de resultaten toch een zekere weging te kunnen geven.

Chemisch wateronderzoek is een **momentopname**, het laat je toe een uitspraak te doen over de waterkwaliteit op het moment van de staalname. Naargelang het moment van de dag kan bijvoorbeeld het zuurstofgehalte sterk variëren (bij een zonnige dag zal er t.g.v. fotosynthese in de namiddag een hoger zuurstofgehalte zijn). Dit is een nadeel van chemisch wateronderzoek.

Het biologisch wateronderzoek geeft een terugblik in de tijd en evalueert de kwaliteit over een langere periode.

Voorbeeld: monsternamen in welbepaalde rivier op 5 mei

Chemisch onderzoek: goed

Biologisch onderzoek: zeer slecht, geen leven in te vinden.

Verklaring: voor 5 mei is er een zware lozing geweest die al het leven gedood heeft.

Met de biologische kwaliteitsbepaling kan je een lozing opsporen die een aantal weken voordien heeft plaatsgehad. Met de chemische kwaliteitsbepaling zul je niets meer van die lozing merken omdat alle stoffen al zijn weggestroomd.

Welke stof verantwoordelijk is voor het doden van het leven kun je met de biologische methode niet achterhalen. Met de chemische kwaliteitsbepaling kan, indien men de lozing vlug genoeg controleert, bepaald worden welke schadelijke stoffen geloosd zijn.

De biologische en de chemische kwaliteitsbepaling vullen elkaar goed aan.

BRONNEN

- **Wateronderzoek:** PIME Mechelsesteenweg 365 2500 Lier
- **Macro-invertebraten en waterkwaliteit:** N. De Pauw en R. Vannevel
- **Venen, plassen en poelen:** Wolfgang Engelhardt Thieme
- **Waterkwaliteit steunend op Macro-invertebraten:** V. Casteels en H. Vandendries.
- **Bio Buiten, veldwerkladen (zoet water):** Vic Casteels et al.
- **Waterige blaadjes:** Vlaamse Milieumaatschappij, Alfons Van De Maelestraat 96 9320 Aalst
- **De verrekijker – themanummer water:** VMM
- **Waterkwaliteit – Lozingen in het water 2000:** Vlaamse Milieumaatschappij Alfons Van De Maelestraat 96, 9320 Aalst