



# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

## Forsøg med respirometer – måling af opløst ilt (i vand)

Respirometeret er et lukket vandkammer fremstillet af akryl med et volumen på ca. 500 ml, hvor det fx er muligt at måle vandets iltindhold i mg/l eller i procent. Mængden af ilt i vandet måles mellem to vandskift (flush), hvor respirometerkammeret er et "isoleret" kammer. Tidsintervallet for målingen kan reguleres til mellem 2 og 30 minutter, men det anbefales ca. hvert 5 minut. Vandet tages fra det akvarium, respirometeret ligger nedsænket i. Iltindholdet kan også måles uden vandudskiftning. Guldfisk i størrelsen 7-11 cm (30-60 g) egner sig fint til respirometerkammeret.

Det er også muligt at anvende muslinger, krabber eller andre organismer, der ånder ved ilt fra vand, og sammenligne deres iltforbrug eller fx undersøge vanddyrs respiration ved forskellige temperaturer.

### Før forsøget

1. Rengør respirometeret inden forsøget.

På overfladerne dannes der nemt en biofilm (mikroorganismer), der kan medføre øget iltforbrug og forårsage fejlmålinger. Rengør derfor respirometer og slanger på alle overflader inden forsøget påbegyndes og efter forsøget afsluttes. Rengøringen bør foregå med vand fra den kolde hane, og systemet bliver skyllet igennem nogle gange. Brug evt. en flaskerenser.

NB! Skyl godt efter ved brug af sæbe.

2. Akvariet fyldes  $\frac{3}{4}$  op med koldt postevand mindst 24 timer før forsøgets start. Respirometeret placeres først i akvariet ved forsøgsstart.

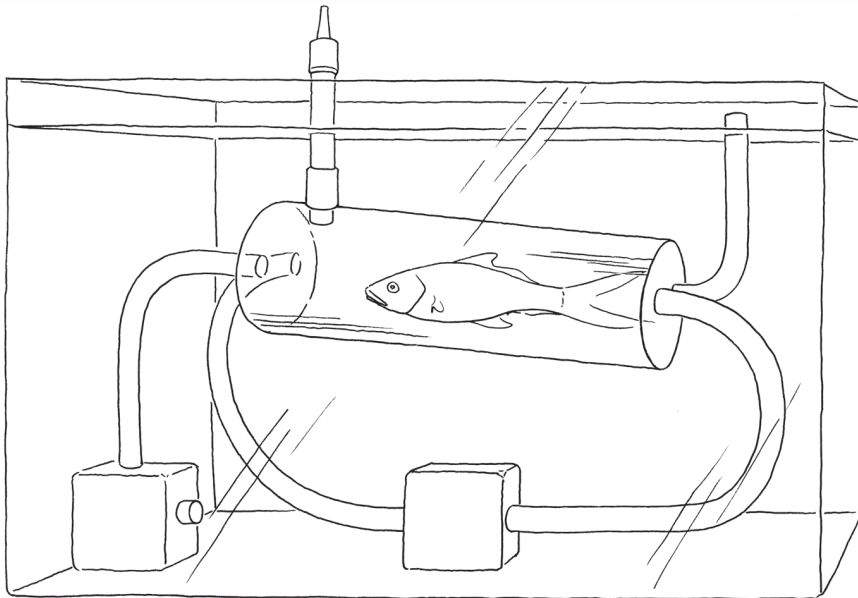
### Materialer

- Akvarium (30-50 liter)
- Respirometer (rengjort)
- Timer (tænd-sluk-ur)
- Guldfisk (7-11 cm/30-60 g)
- Kalibreret iltelektrode til måling af opløst ilt
- Passport Water Quality Sensor (PassportWQS)
- Datalogger – Xplorer eller Xplorer GLX
- Diverse ledninger
- PC med DataStudio installeret
- Passport USB-Link



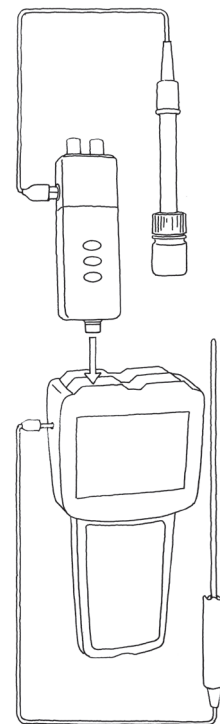
# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund



## Forsøgsopstilling

1. Kalibrer Iltelektroden (jf. vejledningen „Kalibrering af iltelektrode“).
2. Placer respirometer med slanger i akvariet. Sæt en klemme på plastslangen, der skyller vand ud.
3. Cirkulations- og flushpumpe tilsluttes strøm og startes.
4. Frigør endestykket af respirometeret ved at skrue møtrikkerne med vinger af og placer forsigtigt fisken i kammeret og luk. Fisken kan sprælle, så pas på vandstænk i forbindelse med elektronik.
5. Sørg for at alle luftbobler kommer ud, når respirometeret med fisk er nedsænket i vandet. Det er vigtigt, så tag god tid til dette, da luftbobler ødelægger forsøget.





# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

6. Flushpumpens ledning tages ud af stikkontakten og forbindes i stedet for med timer-instrumentet. Timeren styrer nu intervallet for flushpumpens aktivitet. Tidsperioden for flush kan indstilles under låget på timer-instrumentet. Timer-instrumentet tilsluttes samme strømkilde som cirkulationspumpen, men først når forsøget sættes i gang.

Som alternativ til timer-instrumentet kan et stopur anvendes. Det anbefales, at man sætter pumperne i hver sin kontakt med afbryder. Et gruppemedlem kan så tænde og slukke efter hver tidsperiode.

7. Sæt iltelektroden med gummiprop godt fast i hullet i respirometerets „loft“, så der er lufttæt. Sørg for at metalbåndet på iltmåleren er helt dækket af vand.

8. Tjek en sidste gang for luftbobler. Forsøget kan evt. afbrydes, hvis man opdager store luftbobler undervejs.

## Forsøget

### 1. Forsøgsstart

Vælg „START“ i menubjælken i DataStudio eller  på GLX'en.

Det er vigtigt, at strømkilden til flushpumpen tændes præcis på samme tid, som målingerne begyndes.

Fjern klemmen fra slangen, der skyller vand ud.

Vandets iltindhold i respirometret måles kontinuerligt. Forsøget kan køre så længe som ønsket.

### 2. Forsøgets afsluttes

Vælg „STOP“ i menubjælken i DataStudio eller  på GLX'en.



# Dyr i bevægelse




Lærervejledning - den tekniske baggrund

## 3. Data gemmes på computeren





Hvis GLX'en forbindes med en computer ved USB-ledning og dermed blot fungerer som interface, anvendes menubjælken i DataStudio.

- Vælg „Gem aktivitet som“ i „Filer“ i menubjælken og angiv placering og filnavn.

På GLX'en

- Vælg  for at komme til menuen
- Vælg „Filer“ på displayet og tryk 
- Vælg „F2“
- Vælg „F4“ og vælg „4“ (omdøb fil). Skriv det ønskede navn ved at bruge tastaturet som på en mobil
- Tryk , når du er færdig med at skrive

På USB-nøgle via GLX'en

- Vælg  for at komme til menuen
- Indsæt USB-nøgle i GLX'en – indgangen sidder på siden
- Vælg „Filer“ på displayet og tryk 
- Vælg „F4“ og vælg „3“ (kopier fil)
- Tryk  to gange
- Tryk 

## 4. Bearbejdning af data

- Resultathåndtering og efterbehandling (arbejdsbog og udleverede spørgsmål)
- Resultatpræsentation
- Diskussion



# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

## Måling af iltforbrug hos dyr, der ånder ved gæller

### Teknisk baggrund for måling af vandopløst ilt

#### Sådan fungerer iltelektroden

Iltelektroden består af en platin-katode og en sølv-anode. Elektroden er omgivet af elektrolytvæske, kaliumklorid ( $\text{KCl}_{(aq)}$ ). Den købes præfabrikeret og skal blot tilsættes (jf. afsnittet: „Kalibrering ved brug af DataStudio“). En tynd silikonemembran for enden af elektroden adskiller elektrolytvæsken og vandprøven.

Når iltelektroden nedsænkes i vandprøven, diffunderer iltmolekylerne ( $\text{O}_2$ ) fra vandet over membranen og reagerer med vandmolekyler samt elektroner fra katoden. Derved dannes hydroxidioner ( $\text{OH}^-$ ). Hydroxidionerne reagerer med sølvatomerne ved anoden, og der dannes sølvoxid ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ),  $\text{H}_2\text{O}$  og frie elektroner. Iltelektroden måler mængden af  $\text{Ag}_2\text{O}$ . Jo mere ilt, der er i vandet, des flere hydroxidioner og mere  $\text{Ag}_2\text{O}$  dannes der. Det er derfor vigtigt, at iltelektroden konstant er i forbindelse med vand i bevægelse, for ellers forbruges blot ilten lige omkring iltelektroden. Dette giver forkerte, lave målinger.

#### Påfyldning af elektrolytvæske

1. Fjern opbevaringsflasken/beskyttelseshætten.
2. Skru enden af iltelektroden (iltmåleren) af.
3. Med plastsprøjten påfyldes elektrolytvæske (købes færdigblandet) forsigtigt i låget. Undgå at lave luftbobler og, at sprøjten stikker hul i membranen.
4. Skru låget på igen meget forsigtigt. Der vil nu dryppe noget væske over kanten. Det er vigtigt, at væsken flyder over stille og roligt, så membranen ikke springer.



# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

5. Med en serviet duppes overskydende elektrolytvæske af sider og membran.

Elektrolytvæske kan godt blive en smule fedtet, når det tørrer. Undgå direkte (hud)kontakt med væsken. Vask med sæbe, hvis det sker.

## Et-punktskalibrering af iltelektrode ved brug af computer med DataStudio

### Kalibrering af iltelektrode på computer med DataStudio

1. Tænd computeren.
2. Fyld ca. 5 ml deioniseret vand i en ren opbevaringsflaske.
3. Låget fra opbevaringsflasken føres over munden på iltmåleren og o-ringen efterfølgende.
4. Placer iltmåleren i opbevaringsflasken og skru låget fast – spidsen skal være ca. 2 cm over vandstanden.
5. Ryst måler med opbevaringsflaske voldsomt i 10 sekunder.
6. Hold måler med opbevaringsflaske lodret og ryst vanddråber af membranen. Iltmåleren er nu i den vandmættede luft over selve vandstanden, ikke neddyppet i.
7. Indsæt iltmåler i sensoren ved indgangsporten "Dissolved Oxygen".
8. Sæt sensoren sammen med dataloggeren og forbind den via ledning med USB-stik til computeren. DataStudio åbner automatisk.
9. Vælg **Opsætning** i menubjælken, så dette vindue kommer frem på skærmen (se næste side):

## Udstyr og materialer

- Datalogger(Xplorer eller Xplorer GLX)
- PC med DataStudio installeret
- Passport USB-Link
- Passport Water Quality Sensor (PassportWQS)
- Iltmåler til opløst ilt (tjek om elektrolytvæsken skal skiftes)
- Ren opbevaringsflaske/beskyttelseshætte



# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

10. Vælg „Opløst ilt“. De øvrige målemuligheder vælges fra. Vælg måleenhed % eller mg/L. Her anbefales mg/L. Målehastigheden sættes til 2 målinger pr. sekund.

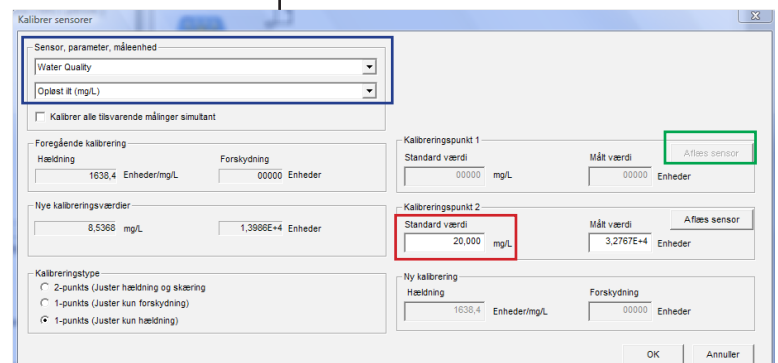
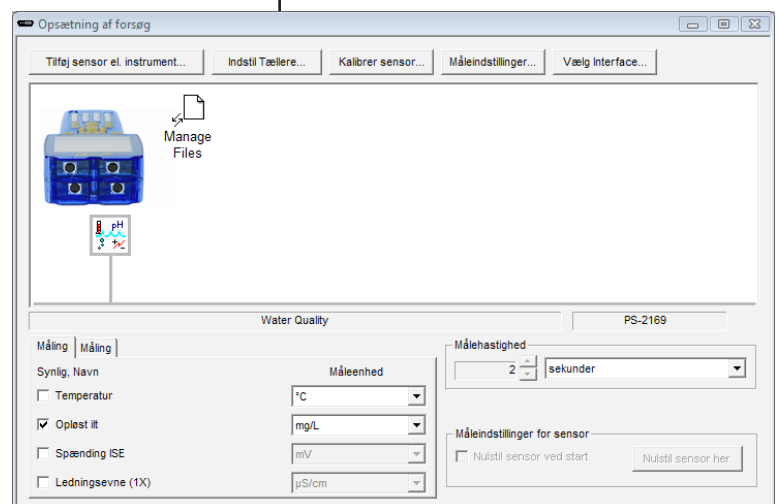
Vælg  i menubjælken og dette billede kommer frem:

11. Vælg hvilken type måler der ønskes kalibreret. Vælg „Water Quality“ og „Opløst O<sub>2</sub> mg/L“ (markeret med blå).

12. Indfør den „standardværdi“, der angives i Appendiks D for den pågældende temperatur (markeret med rødt). Lad den aktuelle måleværdi stabilisere sig.

13. Vælg afslutningsvis „Aflæs sensor“ (markeret med grønt) og .

14. Iltelektroden er kalibreret. Hvis dele af systemet til elektroden afbrydes eller DataStudio lukkes, slettes denne kalibrering.



## Et-punkts-kalibrering af iltmåler til opløst ilt ved brug af XplorerGLX

### Kalibrering

1. Fyld ca. 5 ml deioniseret vand i en ren opbevaringsflaske.
2. Låget fra opbevaringsflasken føres over munden på iltmåleren og o-ringen efterfølgende.
3. Placer iltmåleren i opbevaringsflasken og skru låget fast – spidsen skal være ca. 2 cm over vandstanden.













### Udstyr og materialer

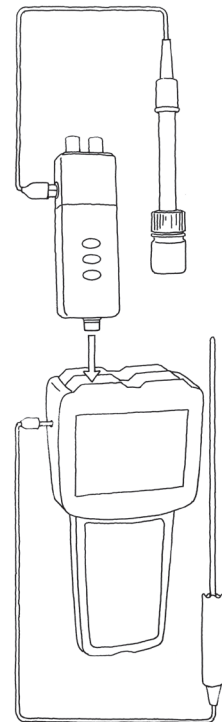
- Xplorer GLX
- USB-kabel
- Iltsensor (PassportWQS)
- Iltmåler til opløst ilt (tjek om elektrolytvæsken skal skiftes)
- Ren opbevaringsflaske



# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

4. Ryst måler med opbevaringsflaske voldsomt i 10 sekunder.
5. Hold måler med opbevaringsflaske lodret og ryst vanddråber af membranen. Iltmåleren er nu i den vandmættede luft over selve vandstanden, ikke neddyppet i.
6. Indsæt Iltmåler i sensoren ved indgangsporten „Dissolved Oxygen“.
7. Iltmåleren forbindes med sensoren. Der står „Dissolved Oxygen“ ved indgangen, der er placeret på siden af sensoren.
8. Iltsensor sættes i GLX'en.
9. GLX'en tændes:
  - Vælg  for at komme til menuen.
  - Vælg „F4“
  - Tryk  ved "Målehyppighed: sekunder".
  - Vælg  og tryk til det ønskede antal målinger pr. sek., fx 2.
  - Vælg  til „Opløst ilt“ og benyt , til der står „synlig“
  - Vælg i "F4" og vælg  til (3) „Kalibrer“ og tryk .
  - Vælg  til valg af måling, vælg  og benyt  til „Opløst ilt mg/L“.
  - Vælg  til „Kalibrer kun valgte måling“
  - Vælg  til „Kalibreringstype“, „1-punkts hældning“.
  - I bunden i venstre del af skærbilledet angives den aktuelle GLX- måling. Vælg „F4“, „Aflæs Pt2“, når tallet „er faldet til ro“.
  - Vælg „F1“ „OK“.
10. Ilt elektroden er kalibreret. Hvis dele af systemet til elektroden afbrydes eller GLX'en slukkes, slettes denne kalibrering.







# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

## Måling af iltforbrug hos dyr, der ånder ved lunger

### Teknisk baggrund for måling af atmosfærisk ilt

#### Måling af atmosfærisk ilt – Xplorer-GLX

##### Kalibrering

- Tænd GLX'en.
- Forbind iltmåleren (den sorte gummiprop) med iltsensoren ved hjælp af ledningen.
- Iltsensoren sættes i GLX'en.
- Gå udenfor med GLX'en og kalibrer til 20,9% ilt (atmosfærisk ilt).

##### Måling og dataopsamling på computer

- Bring den kalibrerede sensor og datalogger tilbage til laboratoriet og pres forsigtigt iltmåleren (den sorte gummiprop) i hullet i låget på terrariet med dyret.
- Kontroller at låget sidder tæt.
- Forbind GLX'en til computeren med en USB-ledning.  
Åben DataStudio og vælg „Opret forsøg“.
- Vælg „START“ til at begynde datalogningen og „STOP“ til afslutning af datalogningen.
- Graf eller anden ønsket dataform trækkes blot ind fra ikonrækken i venstre side af skærbilledet. Arbejdsbog kan ligeledes trækkes ind og anvendes som rapport/journal.

##### Gem data





- Vælg „Gem aktivitet som“ i „Filer“ i menubjælken.
- Vælg placering af filen på computeren eller på USB-nøgle og angiv et filnavn.






# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund



## Måling og dataopsamling på GLX'en

- Bring den kalibrerede sensor og datalogger tilbage til laboratoriet og pres forsigtigt iltmåleren (den sorte gummiprop) i hullet i låget på terrariet med dyret.
- Kontroller at låget sidder tæt.
- Vælg  på GLX'en.
- Vælg visning på graf, cifre eller tabel som den ønskede dataform på displayet.
- Vælg .
- Datalogningen startes ved at trykke på .
- Datalogningen stoppes ved at trykke på .

## Følg forsøget

- Vælg .
- Vælg ønskede præsentationsform af data: cifre, graf eller andet.
- Fjern klemmen fra slangen.
- Start fluks (på kontakten) samtidig med at forsøget sættes i gang ved at trykke på , og dataopsamlingen begynder.
- Tryk  og dataopsamlingen afsluttes.
- Gem og overfør data til USB-stik eller direkte til computeren.
- Data viderebearbejdes i DataStudio.

## Gem data på GLX'en





- Vælg  for at komme til menuen.
- Vælg „Filer“ på displayet og tryk  $\times$  .
- Vælg „F2“.
- Vælg „F4“ og vælg „4“ (omdøb fil). Skriv det ønskede navn ved at bruge tastaturet som på en mobil.
- Tryk , når du er færdig med at skrive.



# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

## Gem data på USB-nøgle


- Vælg  for at komme til menuen.
- Indsæt USB-nøgle i GLX'en – indgangen sidder på siden.
- Vælg „Filer“ på displayet og tryk .
- Vælg „F4“ og vælg „3“ (kopier fil).
- Tryk  to gange.
- Tryk .

## Måling af ilt i atmosfærisk luft – Xplorer

### Kalibrering

- Tænd Xploreren.
- Forbind den sorte måler med den blå sensor ved hjælp af ledningen.
- Sæt den blå sensor i Xploreren.
- Gå udenfor med Xploreren og vent 2-5 minutter.
- Hold kalibreringsknappen nede i 3 sekunder (kalibreringsknappen holder op med at blinke).
- Xploreren er nu kalibreret til 20,9% ilt (atmosfærisk ilt).



### Måling og dataopsamling med Xplorer

- Bring den kalibrerede sensor og datalogger tilbage til laboratoriet og pres forsigtigt iltmåleren (den sorte gummiprop) i hullet i låget på terrariet med dyret.
- Kontroller at låget sidder tæt.
- Forbind Xploreren med computeren, hvor DataStudio åbent. Forsøget kan nu følges som cifre, graf eller tabel på computeren afhængigt af, hvilken præsentationsform der trækkes frem.
- Vælg den ønskede måleenhed ppm eller % i  Opsætning i menu bjælken. Ppm anbefales.



# Dyr i bevægelse

Lærervejledning - den tekniske baggrund

- Datalogningen startes ved at vælge „START“ i menubjælken i DataStudio på computeren eller  på Xploreren.
- Forsøget afsluttes ved at vælge „STOP“ i menubjælken i DataStudio på computeren eller  på Xploreren.

## Gemme data fra Xplorer

- Vælg „Gem aktivitet som“ i „Filer“ i menubjælken.
- Vælg placering af filen på computeren eller på USB-nøgle og angiv et filnavn.