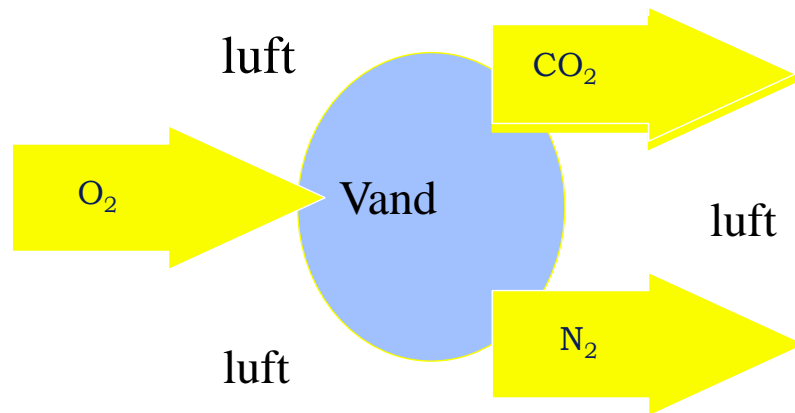


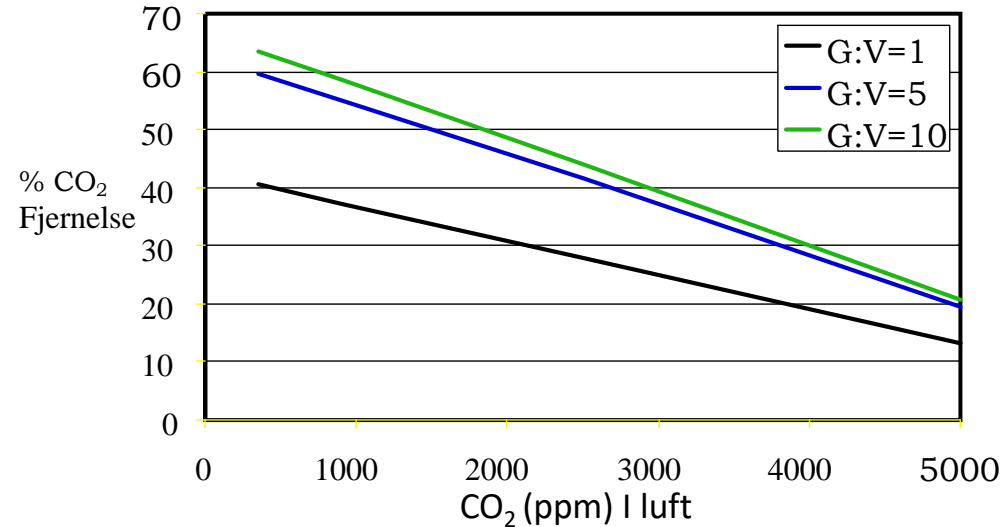
Styring af iltindhold og kuldioxid. Metoder og udstyr til indløsning af ilt og afgasning af vand.

Vand med opløste gasser, der er i kontakt med luft vil nærme sig ligevægt med partialtrykket af de forskellige gasser i luften. Ligevægten er temperaturafhængig. Dette gælder også hastigheden for opnåelse af ligevægt.



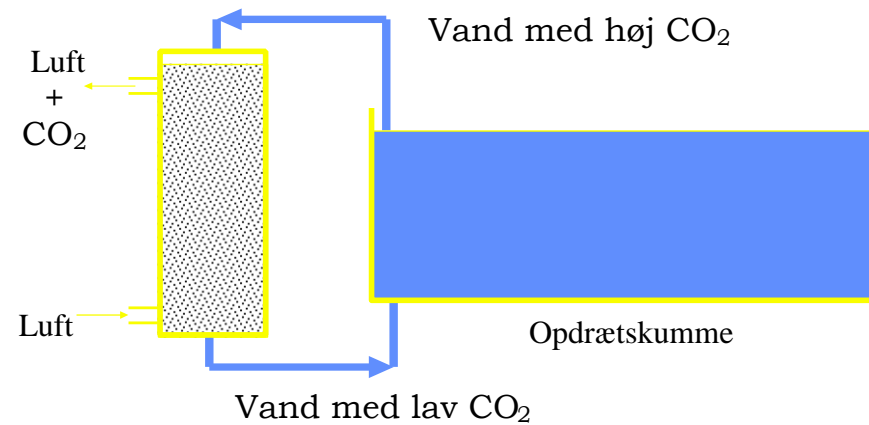
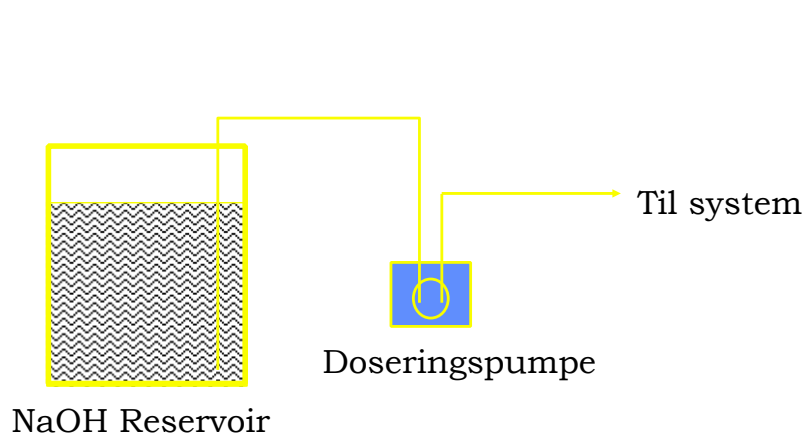
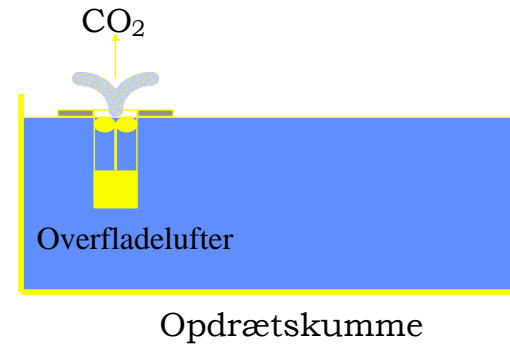
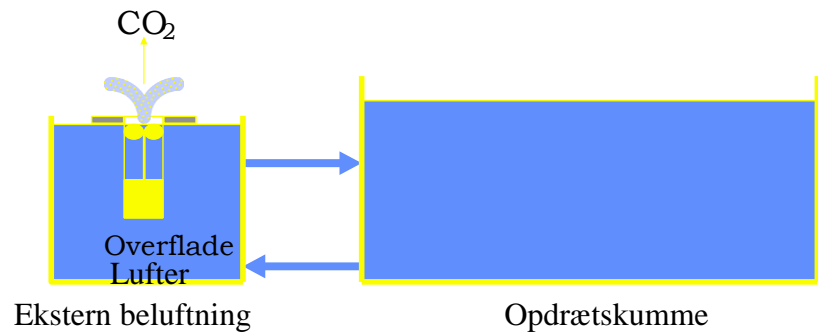
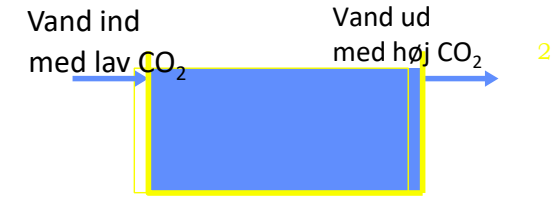
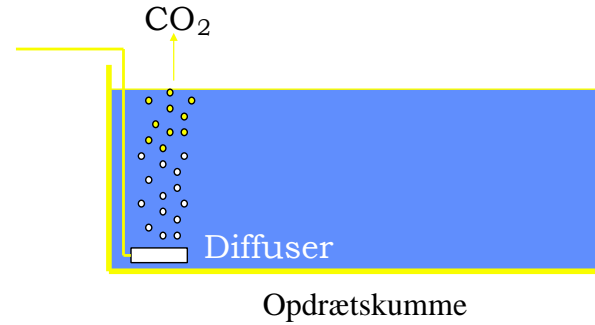
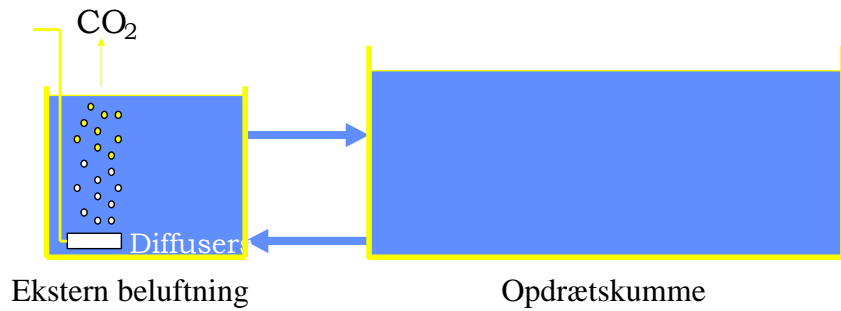
	% i luft	Mætning (mg/L) 15 C
CO ₂	0,035	0.69
N ₂	78	16.4
O ₂	21	10.1
Ar	0,93	0.62

CO₂ afgangning. Brug frisk luft

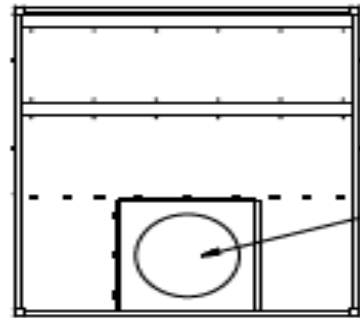


Målt på en 1 m høj kollonne. Alkalinitet ca. 200 mg/L og CO₂ i vandet på ca. 14 mg/L. Når CO₂ indholdet i luften stiger falder den procentvise CO₂ fjernelse. Når et CO₂ indhold på 1000 ppm giver en fjernelse på 60% for et luft/væske forhold på 10, giver et CO₂ indhold på 5000 ppm kun en fjernelse på 20%.

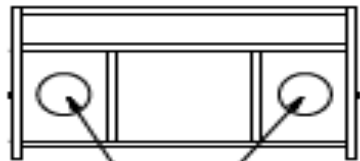
Eksempler på CO₂ afgasning/"neutralisering"



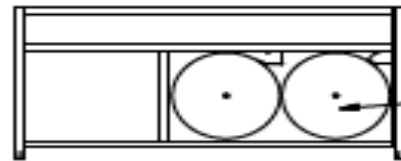
Ny belufter og afgasser



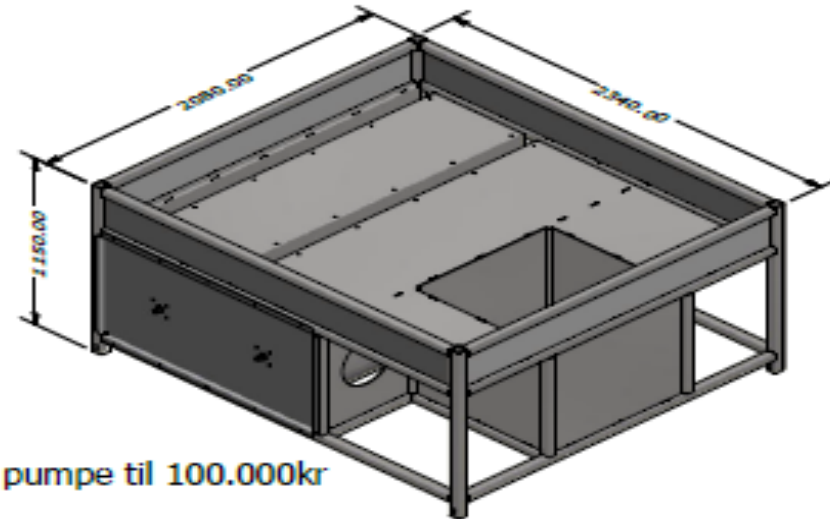
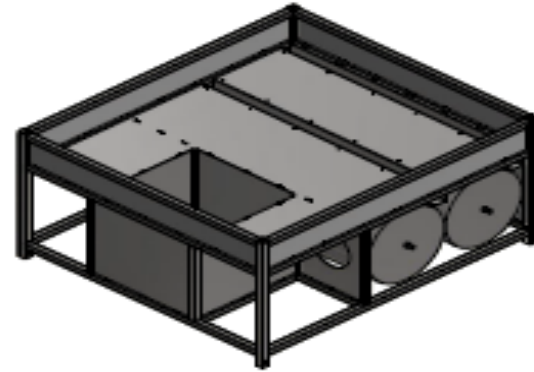
Pumpe som flyter 400liter pr. sek.



Blæster 2 stk. som blæster luft ind igemme tromlerne



tromlerne af 2 mm hulpalde med 6mm huller



Alt er lavet i rustfri 304 og en ca. pris på dette her 100.000kr plus pumpe til 100.000kr så i alt 200.000kr.

Målinger på belufter og afgasser

Anlægget er testet i fødekanalen ved Høghøj Dambrug. Pumpens elforbrug er målt til 2,5 kW. Ventilatorens forbrug er 0,282 kW. Ved behandling af 250 l/s er det samlede elforbrug ca. 2,8 kW.

Resultatet af målingerne fremgår af nedenstående tabeller:

Itning	Testresultat
Kg O2/kWh	1,19
Startniveau mg O2/l	8,1(68,2 % mæt.)
Slutniveau mg O2/l	11,9 (96 % mæt.)
Difference mg O2/l	3,7
Kg O2 tilført/døgn	80
Anvendt effekt kW	2,8
Vandføring l/s	250
Vandtemperatur oC	6 -7

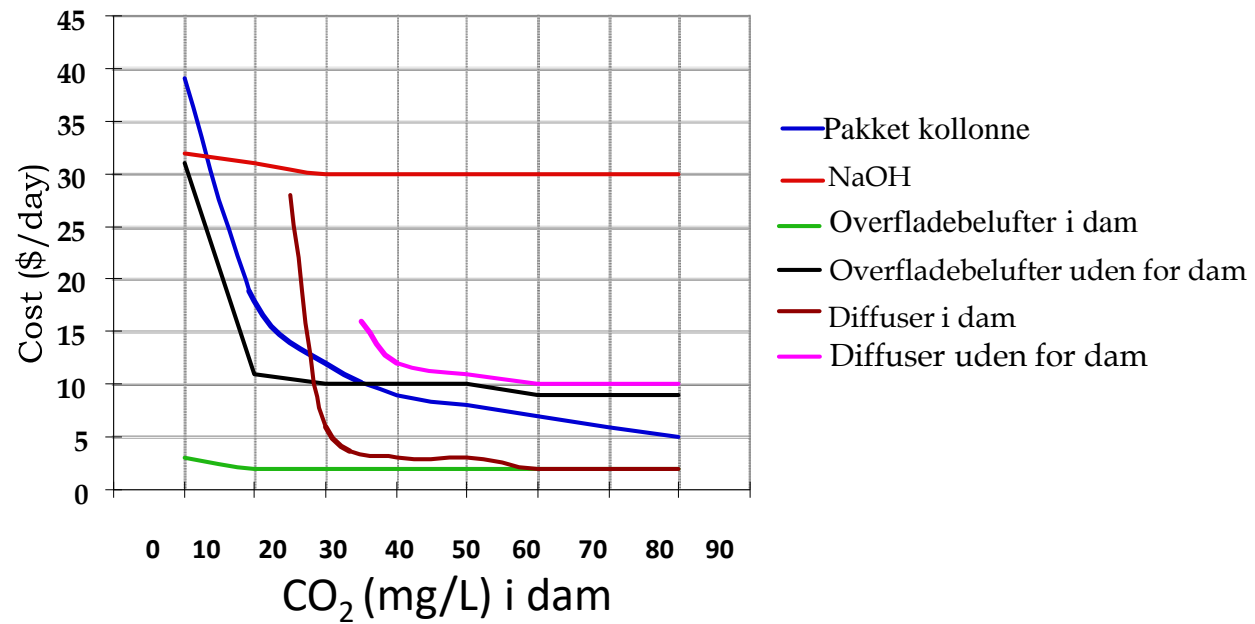
Tabel 1: Anlæggets energieffektivitet i forhold til aktuelt startniveau.

Afgasser	Testresultat
Kg CO2/kWh	2,25
Startniveau mg CO2/l	12-13
Slutniveau mg CO2/l	5-6
Difference mg CO2/l	7
Kg CO2 fjernet/døgn	151
Anvendt effekt kW	2,8
Vandføring l/s	250
Vandtemperatur oC	6 -7

Tabel 2: Anlæggets energieffektivitet i forhold til aktuelt startniveau.

Før og efter målinger af kvælstofmætningen (N2) viste et niveau på 108,8 % før og 102,5 % efter anlægget.

Økonomi ved CO₂ fjernelse

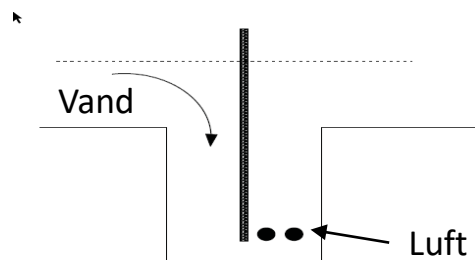


Afgasning sammendrag

- Den bedste afgasning opnås, når vandet bringes i kontakt med mest mulig luft med lavt CO₂ indhold og uder lavest mulige tryk.
- Overfladebeluftere ser ud til at være et udmærket, men næppe altid praktisk valg.
- Lavtryksdiffusorer med vanddybder fra ca. 20 til 70 cm ligner en god løsning.
- En sammentænkning af pumpeløsning og afgasning kan reducere omkostningerne.
- Gasoverførsel er temperaturafhængig, hvorfor årstidsvariationer kan påvirke omkostningerne i en ikke ringe grad.
- Den mest økonomiske løsning er ikke altid en praktisk løsning

Indløsning af ilt med luft

- De beluftningssystemer, der anvendes til afgangning indløser alle ilt.
- Air-lifts er ofte brugt i opdrætssystemer.
- Indblæsning af luft på stor dybde i air-lifts giver mulighed for høj iltmætning og stor vandtransport, men også risiko for kvælstofovermætning. I praksis bør man holde sig inden for et interval fra ca. 0,7 m til 2 meters vanddybde.
- Indblæsning af luft på stor dybde giver mindre luft for pengene end ved indblæsning på lav dybde.
- Indrettes et anlæg, hvor der dimensioneres med, at den fulde iltforsyning sker med air-lifts med indblæsning i f.eks. 1,5 meters vanddybde, vil der være stor sikkerhed for, at der ikke opstår problemer med CO₂. Mange mindre air-lifts giver en bedre driftsøkonomi end få store.
- Som pumpe er air-lifts generelt uøkonomiske. Kombinationen af afgangning, iltning og vandtransport sammen med muligheden for et dieseldrevet back up system, der sikrer anlæggenes vandflow ved strømsvigt, kan fortsat være attraktiv.



Princip air-lift

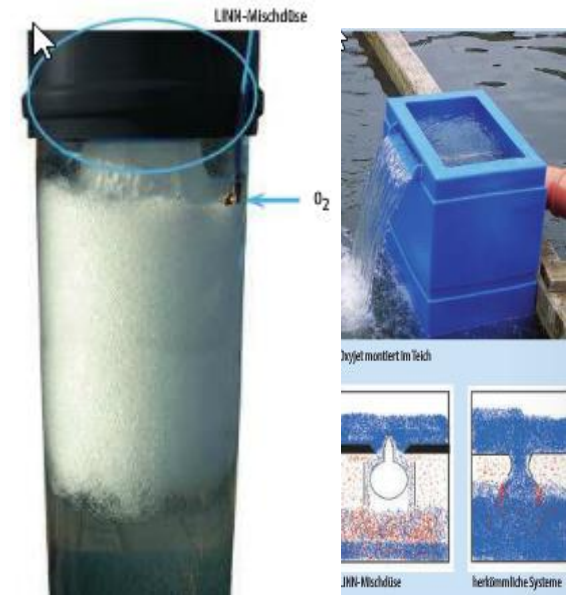
Brug af ren ilt

- Anvendelsen af ren ilt på danske dambrug har i en årrække været begrænset. Dette skyldes bl.a. specielt høje priser på ilt i Danmark. Hertil kommer andre omkostninger forbundet med opbevaring og indløsning.
- Prisen på ilt er inden for de seneste år nærmest halveret og ligner nu verdensmarkedsprisen.
- Med de nuværende iltpriser kan brug af ren ilt i mange tilfælde være økonomisk attraktivt som erstatning eller supplement til beluftning. F.eks. vil en øgning af beluftningen i eksisterende anlæg ofte give store driftsomkostninger og kun en marginal bedring af iltforholdene.
- Ved brug af ren ilt opnås et partialtryk af ilt, der er 5 gange højere end ved brug af atmosfærisk luft, hvilket gør det muligt, at overmætte vandet med ilt.

Indløsning af ren ilt. Eksempel 1

Iltkasse med hævepumpe

- Anvendes til opiltning af vand i eksisterende kanalanlæg og damme
- Hævepumpe er inbygget i iltkassen
- Forsynet med afgitring ved ind- og udløb af vand
- Høj virkningsgrad på indløsning af ilt i vandet
- Kræver 0,7 meter løftehøjde på vandet for optimal indløsning af ilt
- Ø51 mm jetdyser giver lav vedligeholdelse
- Ca. 0,7 kWh pr. kg indløst ilt
- Iltkassen fremstilles i søvandsbestandig aluminium
- Ved indbygning i nye anlæg kan der opnås en høj overmætning med ilt

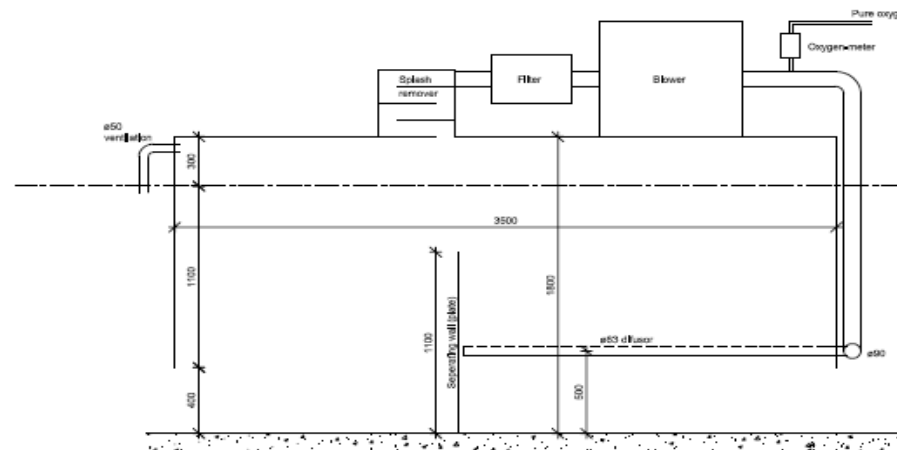


PS. Aluminium og base (lud) er en skidt kombination

Indløsning af ren ilt. Eksempel 2

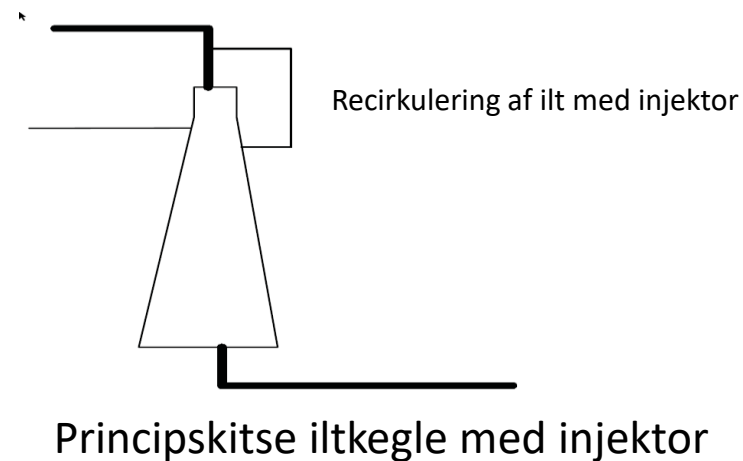
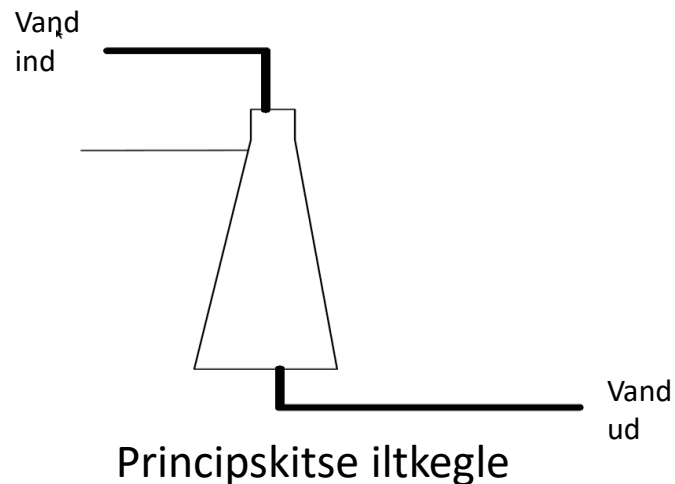
Iltkasse med blæser

- Anvendes til opiltning af vand i eksisterende kanal anlæg og damme.
- Recirkulering af ilt med ringkammerblæser
 - Med eller uden afgitring ved ind- og udløb af vand
 - Høj virkningsgrad på indløsning af ilt i vandet
 - Ca. 0,35 kWh pr. kg indløst ilt
 - Iltkassen fremstilles i søvandsbestandig aluminium



PS. Aluminium og base (lud) er en skidt kombination

Indløsning af ren ilt. Eksempel 3



Iltkegler

- Vand sættes under tryk ved hjælp af en trykpumpe og ren ilt tilsættes øverst i iltkeglen.
- Vandhastigheden falder under gennemløbet af iltkeglen og derved forhindres uopløst ilt i at blive "skyllet ud".
- Ved brug af ren ilt og en iltkegle er det muligt at opnå en iltovermætning på flere hundrede procent.
- Omkostningerne ved brug af iltkegler er forholdsvis høje, da det kræver en del energi at opnå det ønskede driftstryk. Ca. 2,75 kWh pr. kg indløst ilt.
- Meget høj udnyttelse af den tilførte ilt.

Regulering

- I praksis styres iltningen/beluftningen ofte på baggrund af fiskenes adfærd. Dette tit suppleret med data fra håndmålere.
- Der kan være en ganske stor besparelse i ilt og strømforbrug ved at etablere automatisk regulering styret af faste målere.
- Styringen kan være central eller individuel for hver enkelt enhed.
- For anlæg med flere opdrætsenheder er det almindeligt, at døgnvariationerne i fiskenes iltforbrug følges ad i rimelig grad. Her kan en central styring af iltrykket fra tanken være en tilstrækkelig og økonomisk overkommelig form for automatisk regulering af anlæggenes iltindløsere.