



VANDKEMI I DAMMEN

Et sted mellem en hylde fuld af reagensflasker og en løbende visning på telefonen ligger et spørgsmål, som de fleste damejere før eller siden stiller: kan det her måles elektronisk, og kan det måles kontinuerligt? Det ærlige svar er, at noget af det kan, noget af det kan ikke, og forskellen betyder mere end markedsføringen. Sådan opfører hver metode sig i praksis på en rigtig dam.

Kort fortalt

- Dråbetest med væske er fortsat referencemetoden, og titrering er stadig den eneste pålidelige måde at måle total alkalinitet (KH) i hånden på.
- Teststrimler er hurtige, men upræcise i den lave ende for ammoniak og nitrit — og det er præcis der, faren ligger.
- De fleste håndholdte digitale målere måler kun én eller to ting. En TDS-pen siger dig næsten intet om, hvorvidt vandet er sikkert.
- Kun kontinuerlige sensorer ser minimummet lige før daggry. Ugentlig måling efterlader omkring 167 timer om ugen uden opsyn.

Hvad »elektronisk« egentlig dækker over

Ordet bliver strakt til at dække fire meget forskellige ting: en pen, du dypper i ti sekunder, et bordfotometer, der aflæser en farvereaktion for dig, en loggende probe, der bliver efterladt i vandet, og en fuld sonde, der rapporterer til en skærm et andet sted. De har et batteri til fælles og ikke meget andet. Det er mere brugbart at sortere dem efter, hvad de kan måle, og hvor ofte, end efter om de har et display.

METODE	MÅLER GODT	KAN IKKE MÅLE	RYTME
Dråbetest / titreringssæt	Ammoniak, nitrit, nitrat, KH, GH, pH	Alt, mens du sover	Et enkelt øjeblik, når du kører den
Teststrimler	Et groft skøn, flere parametre på én gang	Ammoniak og nitrit i den lave ende med sikkerhed	Et enkelt øjeblik
pH-pen	pH, ofte temperatur	Ammoniak, nitrit, nitrat, KH, ilt	Et enkelt øjeblik
TDS-/EC-måler	Totalt indhold af opløste stoffer, ledningsevne	Giftighed af nogen art	Et enkelt øjeblik
Håndholdt iltmåler	Opløst ilt, temperatur	Alt andet	Et enkelt øjeblik

METODE	MÅLER GODT	KAN IKKE MÅLE	RYTME
Fotometer / kolorimeter	Mange parametre, god reproducerbarhed	Alt, hvor du ikke har et reagens ved hånden	Et enkelt øjeblik, plus forbrugsvarer
Kontinuerlig sonde	Tendenser, minimumsværdier, ændringshastighed	Sygdom, parasitter, sikkerhed på laboratorieniveau	Uden opsyn, døgnet rundt

Dråbetest med væske: stadig referencen

Et godt reagenssæt er nøjagtigt, billigt pr. test og forstået af alle i hobbyen. Det er også den eneste praktiske måde at måle karbonathårdhed i hånden på — den dråbetælling, som de fleste amerikanske testsæt kalder »total alkalinitet«. Hver dråbe svarer til cirka 1 dKH, altså omkring 17,9 mg/L (ppm) som CaCO_3 , så en optælling på 6 lander tæt på 107 ppm.

Begrænsningen er ikke nøjagtigheden. Den er stikprøven. En dråbetest er et fotografi af et enkelt øjeblik, taget på et tidspunkt, der passer dig — typisk en weekendmorgen, i dagslys, hvor dammen tager sig bedst ud. Ingenting ved det fotografi fortæller dig, hvad der skete kl. 3 om natten.

Teststrimler: hurtige, og svagest der, hvor det gælder

Strimler har en reel plads. Vil du vide, om nitrat ligger i tierne eller i hundrederne, svarer en strimmel på tredive sekunder. Problemet er opløsningen i bunden af skalaen. Ammoniak og nitrit gør deres skade ved niveauer, som en strimmel gengiver som en bleg, diskutabel farve et sted mellem to farvefelter på skalaen.

Forskellen mellem 0 og 0,25 mg/L (ppm) ammoniak er forskellen mellem et sundt filter og et, der er ved at svigte. På en strimmel er den forskel en grøn nuance, du står og myser efter i solen. En strimmel er for grov at dosere eller behandle ud fra. En behandling, der bygger på en fejllæst strimmel, gør mere skade end fejlmålingen selv.

Håndholdte digitale målere: et eller to tal, målt ordentligt

Penne og håndholdte målere er reelt nyttige, og de bliver konsekvent oversolgt. En pH-pen giver en hurtig, reproducerbar pH — bedre end et farvekort, og værd at eje. En iltmåler er den eneste håndholdte, der overhovedet måler opløst ilt. En TDS- eller EC-måler måler opløste stoffer, hvilket er nyttigt til at følge dit forsyningsvand eller en membran til omvendt osmose, og næsten ubrugeligt som sikkerhedsindikator.

Det sidste punkt fortjener at blive sagt lige ud: en TDS-måling på 300 siger dig intet om, hvorvidt der er ammoniak i vandet. Salt, mineraler og nitrat hæver alle TDS. Det gør en helt sund dam også. Det er et værktøj til tendenser, ikke til sikkerhed.

Den større begrænsning er dækningen. Næsten ingen håndholdt måler ammoniak, nitrit, nitrat eller KH. De multiparameterpenne, der sælges som »7-i-1«, stabler typisk pH, TDS, EC, ORP, saltindhold, vægtfylde og temperatur oven på hinanden — syv målinger, og ingen af dem er kvælstofkredsløbet.

PARAMETER	DRÅBETEST	STRIMMEL	HÅNDHOLDT PEN	FOTOMETER	KONTINUERLIG SONDE
pH	Ja	Groft	Ja	Ja	Ja
Opløst ilt	Sjældent	Nej	Kun iltmåler	Nogle	Ja
Ammoniak / ammonium	Ja	Dårligt i den lave ende	Nej	Ja	Ja
Nitrit	Ja	Dårligt i den lave ende	Nej	Ja	Beregnet
Nitrat	Ja	Groft	Nej	Ja	Ja
KH / total alkalinitet	Ja, titrering	Groft	Nej	Nogle	Beregnet
GH	Ja	Groft	Nej	Nogle	Nej
Temperatur	Separat	Nej	Normalt	Normalt	Ja
Blågrønalger (phycocyanin)	Nej	Nej	Nej	Nej	Valgfri kanal

Fotometre: flere parametre, samme manuelle rytme

Et fotometer erstatter dit øje med en sensor, der aflæser den samme reagenskemi. Reproducerbarheden bliver betydeligt bedre, og diskussionen om, hvilken grøn nuance du står og ser på, holder op. Til gengæld påtager du dig reagenser som en løbende udgift, kuvetter, der skal holdes pinligt rene, og den samme grundlæggende begrænsning som alle andre manuelle metoder: den måler, når du står der med den. Nogle håndholdte enheder har desuden en nedre grænse, der ligger over de niveauer, som betyder noget — et apparat, der ikke kan måle ammoniak længere ned end 0,1 mg/L, svarer ikke på det spørgsmål, du stillede.

Kontinuerlige sensorer: den eneste metode, der ser kl. 3 om natten

En sonde ligger i vandet og rapporterer efter sin egen plan frem for din. Det er hele forskellen, og den er stor. Ilt er det klareste eksempel. Opløst ilt topper om eftermiddagen, hvor planter og alger danner det, og rammer sit lavpunkt kort før daggry efter en hel nat med respiration og ingen fotosyntese til at opveje den. En dam, der viser pæne 8 mg/L kl. 16, kan være nede på 3 mg/L kl. 5 om morgenen. Det opdager du aldrig med en lørdagstest. Mere om mekanismen i vores guide til [opløst ilt](#).

Det samme gælder pH, der svinger dagligt med den samme fotosyntesecyklus, og som kan flytte sig kraftigt, når carbonatbufferen slipper op — forløbet bag et [pH-fald](#).

Fiskedød, der samler sig om natten, eller fisk, du finder om morgenen, hvor de største koi er ramt først, peger mod et ilt dyk frem for en forgiftning. De største fisk har det højeste iltbehov i forhold til gælleoverfladen, så de går først. Ingenting, du måler midt på dagen, viser dig det.

Den ærlige del: prober får afdrift

Alle, der sælger kontinuerlig måling, bør sige det højt. Prober til pH og opløst ilt er elektrokemiske apparater, der ligger i varmt, biologisk aktivt vand. De samler biofilm og mineralaflejringer, deres svartid bliver længere, og deres målinger vandrer. De skal recalibreres med jævne mellemrum mod kendte standarder, og til sidst skal de udskiftes. Det er ikke en fejl. Det er sådan, kemien fungerer, og det gælder hver enkelt probe fra hver enkelt producent.

I praksis betyder det, at et kontinuerligt system er et forhold, ikke en maskine, man stiller op og glemmer. Kalibreringskontrol mod bufferopløsninger, fysisk rengøring og planlagt udskiftning af prober hører med til at eje et. En selvrensende visker klarer den rutinemæssige tilsmudsning, der ellers ville forringe målingerne inden for få uger, men den ophæver ikke afdriften.

Det betyder også, at den rigtige holdning til enhver kontinuerlig måling er verifikation, ikke tro. Et system, der modarbejder det, beder om en tillid, det ikke har gjort sig fortjent til.

Derfor efterlader stikprøver et hul

Der er 168 timer på en uge. En samvittighedsfuld damejer, der måler hver lørdag morgen, holder øje med dammen i måske én af dem.

MÅLINGER OM UGEN	FREMGANGSMÅDE	LÆNGSTE HUL MELLEM TO MÅLINGER	SER DEN MINIMUMMET FØR DAGGRY?
1	Ugentlig dråbetest	7 dage	Nej
7	Daglig måling, samme tid hver dag	24 timer	Nej
14	To gange dagligt, morgen og aften	~12 timer	Sjældent
2016	Kontinuerlig sonde, illustrativt interval på 5 minutter	Minutter	Ja

Det er ikke et argument mod testsæt. Det er et argument om, hvad man kan og ikke kan forlange af en enkelt måling. En ugentlig måling fastslår, at dammen lå inden for intervallet i netop det øjeblik. Den siger intet om minimummet, om ændringshastigheden eller om de timer, hvor ingen holdt øje — og de hændelser, der dræber koi, samler sig i præcis de timer.

Her passer H2Koi ind

Det, vi måler direkte: temperatur, pH, opløst ilt (mg/L og % mætning), ledningsevne, turbiditet, ammonium (NH₄) og nitrat (NO₃). En selvrensende visker holder sensorfladerne fri.

Kan tilvælges: ORP; og en kanal for blågrønalger, der måler fluorescens fra phycocyanin — det pigment, der er specifikt for cyanobakterier. Algekanalen er den ene parameter på denne side, som ingen dråbetest, ingen strimmel og ingen pen overhovedet kan måle. Betragt den som en tidlig varslings om, at en opblomstring er på vej, ikke som en celledælling, og bemærk, at den ikke måler toksiner.

Det, vi udleder af de målinger: KH (0–20 dKH), fri ammoniak (NH₃), nitrit, saltindhold, TDS. For god ordens skyld: vores KH-tal er beregnet, ikke en titrering, og generel hårdhed (GH) rapporteres slet ikke.

Hvad det er: kontinuerlig tidlig varslings fra sensorer i industriel kvalitet. **Hvad det ikke er:** påvisning af sygdom eller parasitter. Det holder øje med kemien, ikke med fiskenes sundhed, og det forhindrer ingenting. Det fortæller dig det tidligere.

Vi bygger også skræddersyede anlæg til automatisk vandskifte, dimensioneret og rørlagt til den enkelte dam. Vi har aldrig fundet et andet system, der gør det, og det har vores kunder heller ikke.

En fornuftig opsætning

Metoderne supplerer hinanden, de konkurrerer ikke. I praksis ser en veludstyret dam sådan ud: kontinuerlig måling som det instrument, der fører protokollen, og som dækker nætterne, tendenserne og de spørgsmål, du ikke selv ville være kommet i tanke om at stille; en pH-pen og en iltmåler til hurtige stikprøver; og et reagenssæt på hylden til at afgøre en måling, du har grund til at tvivle på, frem for som et ugentligt ritual. Strimler er til triage, ikke til beslutninger.

Findes der en digital måler, der måler alt i en koidam?

Nej. Hvert apparat har en fast liste over parametre, og intet enkelt instrument dækker pH, ilt, hele kvælstofkredsløbet, alkalinitet og generel hårdhed med samme sikkerhed. Multiparametersonder kommer tættest på, men nogle værdier er beregnet frem for målt direkte, og generel hårdhed er normalt slet ikke med. Læs listen over parametre, før du læser markedsføringsteksten.

Er teststrimler til damme nøjagtige nok til koi?

Til en grov kontrol af nitrat eller en hurtig screening, ja. Til ammoniak og nitrit i de lave koncentrationer, der faktisk betyder noget, nej. Farvefelterne er sværest at læse præcis der, hvor målingen har størst konsekvens. Betragt et bekymrende resultat på en strimmel som en anledning til at køre en dråbetest, ikke som grundlag for at dosere.

Kan en digital måler måle ammoniak?

Det kan de fleste håndholdte penne ikke. Fotometre kan det, hvis de bruger et reagens, men nogle enheder kan ikke måle længere ned end omkring 0,1 mg/L (ppm), hvilket begrænser deres værdi som tidlig varslings. Ionselektive sensorer på kontinuerlige sonder måler ammonium (NH_4) direkte; den giftige fraktion af fri ammoniak (NH_3) bliver derefter beregnet ud fra pH og temperatur frem for målt.

Fortæller en TDS-måler mig, om mit damvand er sikkert?

Ikke på nogen meningsfuld måde. Den rapporterer det totale indhold af opløste stoffer, som stiger med salt, mineraler, nitrat og vandets almindelige ældning i lige høj grad. En dam kan have helt acceptabel TDS og dødelig ammoniak på samme tid. Brug den til at følge dit forsyningsvand eller en membran til omvendt osmose og til at følge tendenser mod din egen udgangsværdi, men aldrig som en sikkerhedskontrol.

Hvor ofte skal prober til pH og ilt kalibreres?

Det afhænger af proben, af vandet og af, hvor meget tilsmudsning den udsættes for, men regn med en kontrol mod buffer- eller referencestandarder med jævne mellemrum frem for at vente, til noget ser forkeft ud. Prober har også en begrænset levetid og skal udskiftes på et tidspunkt. En leverandør, der ikke nævner afdrift og udskiftning, udelader netop den del, du selv kommer til at opleve.

Kan man måle KH elektronisk?

Ikke på den måde, en titrering måler den. Kontinuerlige systemer, vores medregnet, beregner et tal for alkalinitet ud fra andre målte værdier. Det er en god indikator til at følge en tendens og til at fange en buffervirkning, der er på vej væk.

Har jeg stadig brug for et testsæt, hvis jeg har kontinuerlig overvågning?

Nej. Kontinuerlig måling erstatter det — sensorer i industriel kvalitet på hver parameter, der betyder noget, aflæst døgnet rundt med videnskabelig nøjagtighed, i stedet for én måling taget, når du nu tilfældigvis står ved dammen. Behold kun et sæt til at verificere en værdi, du har grund til at tvivle på. To forbehold gælder fortsat: KH er en beregnet værdi frem for en titrering, og GH rapporteres slet ikke.
