

Vannrensingens verktøy

Hydreringskoden · Kapittel 2

VERK

Hydreringskoden

KAPITTEL

2 av 10

LYD PÅ TYSK

15 minutter

«Vann må være 'rent', ikke næringsrikt. Kvaliteten defineres ikke av det vannet inneholder, men av alt det som 'ikke' finnes i det.»

Historien om vannrensing er nært knyttet til menneskehetens fremskritt. Som grunnlaget for farmasien og hjertet i den historiske alkymien er den i dag uunnværlig. Verken legemiddelprodusenter eller medisinske laboratorier kunne utført arbeidet sitt uten høyrent vann.

I farmasien er Aqua ad injectabilia, vann til injeksjonsvæsker, det strengest kontrollerte elementet. For å tjene som bærer for legemidler må det være fullstendig fritt for ethvert fremmedstoff. Denne høyeste standarden springer ut av erkjennelsen at bare et absolutt rent medium har kraften til å bære virkestoffer uforfalsket og til å sette i gang helingsprosesser. Ikke noe laboratorium i verden, ingen legemiddelprodusent og ingen medisinsk institusjon kunne eksistere uten dette høyrene vannet.

«Regn, høyt oppe i skyene, er destillert vann.»

La oss begynne sammenligningen direkte hos naturen selv. Siden tidenes morgen har den rensset vann etter nøyaktig det prinsippet vi teknologisk regner som kongedisiplinen, nemlig faseovergangen. Når solens energi varmer opp elvene, innsjøene og havene våre, stiger vannet i gassform som ren damp opp i atmosfæren. Varsomt etterlater det seg alle salter, sedimenter og jordens materielle last. Dette øyeblikket av løsrivelse er den ultimate se-

parasjonen. Vannet stiger stadig høyere, danner skyer og til slutt regn. Bare de færreste vet at regn høyt oppe i skyene til å begynne med ikke er noe annet enn rent destillert vann.

Ettersom dette vannet, akkurat som ethvert teknisk utvunnet høyrent vann, er et universelt løsemiddel og dermed ekstremt opptaksvillig, nærmest «sultent», tar den rene regndråpen i sitt fall mot jorden uunngåelig opp gasser, støvpartikler og industrielle forurensninger fra luften. Når dette allerede forurensede regnet til slutt treffer bakken og siver gjennom de ulike jordlagene, mettes det ytterligere med organisk og uorganisk last. Slik vender det til sist tilbake til livets kretsløp som vann sterkt mettet med stoffer.

Vannverkene våre gjør et bemerkelsesverdig arbeid. Anleggene deres er bygget for å levere enorme vannmengder til millioner av husholdninger, fra industriell bruk til vanlig toalettspyling. De bestreber seg på å rense belastet vann best mulig, filtrerer grove stoffer mekanisk, regulerer pH-verdien kjemisk og nøytraliserer mikrobiologiske farer.

Men en molekylær rensing på det nivået av ultrarent vann som optimal hydrering ville kreve, er under disse forholdene rett og slett økonomisk og teknisk umulig. I tillegg kommer problemet med den såkalte siste kilometeren. For selv når vannet forlater verket i kontrollert tilstand, må det ofte renne i kilometervis gjennom en aldrende infrastruktur. På veien gjennom rustne rørsystemer og til dels forfalne ledninger tar det igjen opp rester som ikke står i noen offisiell prøverapport, og som til slutt havner rett i glasset ditt.

Ettersom også du sannsynligvis allerede kjenner alle disse sammenhengene, renser du trolig vannet ditt allerede i dag. Nettopp derfor tror jeg at denne boken kan ha særlig verdi for deg. Her får du vite på den ene siden hva vannrensing i sin fulle dybde virkelig betyr, og på den andre hvilke dyptgripende endringer nytelsen av høyrent vann kan åpne for i organismen vår.

En felles måleenhet

Stadig flere mennesker renser nå drikkevannet sitt på egen hånd. Denne trenden gjenspeiles i et voksende marked for vannbehandlingssystemer, som stadig fornyes med nye innovasjoner. Utvalget strekker seg fra enkle aktivkullfiltre fra supermarkedet til teknologisk avanserte og kostbare anlegg for omvendt osmose.

Den som begynner å behandle sitt eget vann, bør først gjøre seg kjent med de vesentlige grunnprinsippene. I denne sammenhengen melder et viktig spørsmål seg: «Med hvilke metoder kan man i det hele tatt bestemme renhetsgraden til et vann på en pålitelig måte?»

For å bestemme vannets renhet bruker vitenskapen to metoder: «TDS og TOC». Den mest utbredte av de to er vannanalyse med TDS, som står for Total Dissolved Solids, totalt oppløste stoffer. Verdien angis i parts per million og forkortes vanligvis «ppm». En markant begrensning ved denne metoden er at den utelukkende kan registrere elektrisk ledende stoffer i vannet. Alle andre stoffer, som ikke har denne ledningsevnen, forblir «helt stumme» for analysen.

For å gjøre også disse stumme passasjerene synlige ble det utviklet en annen metode: TOC. Forkortelsen står for Total Organic Carbon, totalt organisk karbon, og gir detaljert innsikt i belastningen fra stoffer som plantevernmidler, legemiddelrester eller løsemidler. Med denne metoden kan selv de fineste nyansene av de ulike stoffene måles helt ned til ett mikrogram. Denne analysen er den mest grundige formen for vannundersøkelse. Først summen av begge metodene gir et fullstendig og ærlig bilde av drikkevannets faktiske renhetsgrad.

Her må imidlertid et viktig poeng nevnes. Analysesystemer for presis måling med TOC koster ofte like mye som en hel enebolig og krever i tillegg høyt kvalifisert fagpersonale og en omfattende infrastruktur. For private brukere betyr dette i praksis at en rask, ukomplisert og samtidig rimelig undersøkelse av eget drikkevann for stoffer som glyfosat eller hormoner i realiteten ikke er mulig.

For å tydeliggjøre målemetodenes særskilte bruksområder viser oversikten nedenfor de stoffene som TDS- og TOC-målinger sammen kan registrere. Den skiller direkte mellom helsemessig ufarlige og betenkelige stoffer:

TDS- OG TOC-STOFFER I DRIKKEVANN

TDS BETENKELIG	TDS UFARLIG	TOC BETENKELIG	TOC UFARLIG
Arsen (As)	Bikarbonater	Legemidler	Humusstoffer
Bly	Kalsium	Bakterier	Sukkerforbindelser
Kadmium	Klorider	Benzen (VOC)	
Kalk	Gull	Glyfosat	
Natriumfluorid	Kalium	Hormoner	
Nitrater	Magnesium	Mikroplast	
Kvikksølv	Natrium	Plantevernmidler	
	Sølv	PFOS (PFAS)	
	Sulfater	Virus	

KILDER

- BLV, Verordnung des EDI über Trinkwasser TBDV (SR 817.022.11), sveitsisk forskrift om drikkevann
- BAFU, Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA, sveitsisk nasjonal grunnvannsovervåking
- UBA, Trinkwasserverordnung 2023, tysk drikkevannsforskrift
- BMASGPK, Trinkwasserverordnung, østerriksk drikkevannsforskrift
- WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, 4. utgave med tillegg, Genève 2022

Den neste oversikten stiller de gjennomsnittlige belastningsverdiene for springvann i ulike land og byer opp mot hverandre.

REGIONAL TDS- OG TOC-BELASTNING

REGION	TOC PPM	TDS PPM	TOTALT PPM
Østerrike	0,19	280	280
Sveits	0,22	320	320
Tyskland	0,24	410	410
EU-snitt	0,30	520	520
Los Angeles	0,45	640	640
Beijing	0,73	710	710
New Delhi	0,97	980	980

KILDER

- BAFU, Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA, sveitsisk nasjonal grunnvannsovervåking
- UBA, Trinkwasserverordnung 2023, tysk drikkevannsforskrift
- BMASGPK, Trinkwasserverordnung, østerriksk drikkevannsforskrift
- WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, 4. utgave med tillegg, Genève 2022

I denne oversikten er det påfallende at TOC-verdien bare utgjør en «ørli-ten brøkdel» sammenlignet med TDS-verdien. Her er det avgjørende å kjenne til en helt grunnleggende biologisk innsikt. Den lyder: «Mengden av et stoff sier ingenting om virkningen.»

Dette prinsippet blir enda lettere å forstå når man sammenligner stoffer i kroppen vår med hverandre. Organismen vår håndterer for eksempel større mengder uorganisk kalk eller magnesium ganske godt. På den annen side reagerer hele kroppssystemet vårt langt sterkere på enkelte stoffer. Man trenger bare tenke på hvilken enorm virkning ett eneste LSD-molekyl kan ha på hele vårt system av kropp, sinn og sjel.

Man bør vite at vi mennesker kan reagere på stoffer som bare finnes i de aller minste mengder, målt i nanogram. Hormoner, legemidler, kunstige molekyler og plantevernmidler kan virke allerede i disse ørsmå, knapt målbare, men mektige mengdene.

I vannbehandlingsbransjen er denne sammenhengen ofte ikke godt nok kjent. Derfor råder der ofte den feilaktige antagelsen at en lav TDS-verdi for oppløste partikler alene automatisk garanterer høy eller høyeste renhet i vannet. Slik er det dessverre ikke. De mektigste stoffene i drikkevannet vårt er overhodet ikke målbare for 99,9 % av alle som renser vannet sitt.

Fem teknikker og tre prinsipper for vannrensing og deres høyeste foredlingstrinn

Prinsippene som vann skal renses etter: lys - filter - faseovergang - foredling

Valget av rensemethode for vann avhenger av hva slags belastning vannet har, og av ønsket renhetsgrad og formål. Metodene kan deles inn i fysiske, kjemiske og biologiske tilnærminger til rensing.

Mens fysiske metoder holder tilbake partikler mekanisk, tar kjemiske metoder sikte på å binde oppløste stoffer gjennom adsorpsjon, for eksempel ved bruk av aktivt kull. Biologiske tilnærminger konsentrerer seg derimot om å nøytralisere mikroorganismer som bakterier og virus ved hjelp av et helt spesielt lys. Den mest virkningsfulle og mektigste av alle metodene benytter seg imidlertid av vannets molekylære faseovergang. Det er den mest naturlige og effektive formen for vannrensing, destillasjonen.

For å forstå vannet i hele dets dybde og kraft finnes det former for rensing som går langt utover den rent stofflige rensingen. Store mestere som Paracelsus talte om «Aqua Mercurii», den kostbare eliksiren som ble grunnlaget for legemidlene hans. Disse legemidlene har den dag i dag sikret ham en plass blant historiens største leger.

En alkymistisk rensing av vannet søker å føre hele vannets vesen tilbake til dets reneste form, til dets mest opprinnelige vitalitet og bevegelseskraft. Paracelsus talte om å rense vannets legeme, ånd og sjel, for å skille alt urent grunnleggende fra vannet på alle plan. Alkymiens store mestere, Paracelsus blant dem, sa: «I vannets høyeste renhet er dets opptakskraft og livskraft mektigst.»

Men før vi dykker dypere ned i vannets materie, la oss sammenligne de fem teknikkene for vannrensing med hverandre.

1. UV-C-sterilisering

Ser vi på feltet desinfeksjon, støter vi på UV-C-teknologien. Denne svært virkningsfulle metoden steriliserer DNA-et i alle mikroorganismer med lysstråling ved 254 nm og gjør dem dermed «uskadelige». Det er den mest fullkomne formen for sterilisering. Men nettopp her ligger allerede grensen for denne teknologien. Ettersom den ikke fjerner noen materie fra vannet, blir alle kjemiske og stofflige forurensninger værende i vannet, til hundre prosent. Resultatet er riktignok et mikrobiologisk «dødt» vann, men på ingen måte et stofflig «rent» medium. De uorganiske forurensningene som belastar organismen vår, renner uhindret gjennom lyset og ned i glasset vårt.

2. Ionebyttere

Det samme gjelder ionebyttere, som ofte feilaktig oppfattes som rensesystemer. I virkeligheten dreier det seg bare om en stofflig omfordeling. Systemet bytter ut hardhetsdannere som kalsium og magnesium med natriumioner. For kaffemaskinen din kan denne beskyttelsen mot kalk være en velsignelse, men for kroppen din forblir den samlede stofflige belastningen den samme. Vannet blir bare merket om, men på ingen måte befridd for sin last.

3. Aktivkullfiltre

En svært utbredt standard er aktivt kull. Gjennom adsorpsjon virker det som en magnetisk svamp og egnert seg utmerket til å binde klor, plantevernmidler og organiske gasser. Hemmeligheten bak virkningen ligger i den gigantiske indre overflaten. En eneste teskje aktivt kull av høy kvalitet har overflaten til en hel fotballbane. Men uorganisk last som kalk, nitrater eller tungmetaller passerer denne barrieren nesten uhindret. Aktivt kull er en spesialist på overflaten, men det kapitulerer overfor dybden i den kjemiske metningen.

En ofte undervurdert risiko ved denne metoden er den såkalte gjennombruddsfaren. Når kullets kapasitet er oppbrukt, kan det støtvis avgi de tidligere bundne forurensningene til vannet igjen. I tillegg gir den porøse strukturen en ideell grobunn for bakterier når filteret står ubrukt over lengre tid. Uten en ekstra barriere forblir aktivkullfilteret derfor bare en byggestein i en omfattende rensestrategi, men aldri en komplett løsning for sann renhet.

4. Omvendt osmose

Den teknisk mest krevende formen for filtrering er omvendt osmose, der vann presses gjennom en semipermeabel membran under høyt trykk. Ytelsen er imponerende, for porene i disse membranene er så fine at de i teorien bare slipper gjennom vannmolekyler. Til tross for den høye effektiviteten forblir den likevel et barn av trykkfiltreringen, med alle dens innebygde begrensninger.

Ved siden av den latente risikoen for bakterievekst direkte på membranen, den fryktede biofilmen, er det alltid fare for den såkalte konsentrasjonspolarisasjonseffekten. Da samler forurensningene seg i så høy tetthet foran membranen at de minste molekyler forbindelsene til slutt likevel kan overvinne den mekaniske motstanden. Særlig gassformige urenheter eller lavmolekylære stoffer, som visse rester av plantevernmidler, smyer seg ofte uhindret gjennom dette nettet. Omvendt osmose er uten tvil en mester i filtrering, men den er ikke helt sikker mot den kjemiske verdens fineste inntrengere.

5. Destillasjon

På toppen av alle rensemetoder står et prinsipp som bryter radikalt med tanken om å sile og filtrere, nemlig destillasjonen. Den er den eneste metoden som fremtvinger en ekte separasjon gjennom en «molekylær faseovergang». Når vannet bringes til koking ved hjelp av varme og går over i gassform, oppstår en uoverstigelig fysisk grense for alt materielt. Bare de rene vannmolekylene stiger opp som damp, og hele den belastende stofflige forhistorien blir liggende igjen som konsentrat i kjelen.

Denne metoden etterligner nøyaktig naturens evige kretsløp. Som når skyer dannes, blir vannet her befridd for sin jordiske last. Mens mekaniske filtre bare forsøker å holde fast på fremmedstoffer, lar destillasjonen vannet selv forlate dem. Tungmetaller, legemiddelrester, nitrater og til og med virus har et langt høyere kokepunkt enn vann og har derfor fysisk sett ingen sjanse til å gå over i damptilstand. Resultatet er et høyrent kondensat som i sin stofflige frihet ligner det opprinnelige regnet i atmosfæren.

«Et filtersystem, enten det er aktivt kull eller omvendt osmose, er alltid et 'passivt' medium.»

Destillasjonen er derimot en «aktiv» prosess. Med sin kraftige varme er den den eneste formen for vannrensing som griper direkte inn i vannets molekylære sfære. I det avgjørende øyeblikket for den mektige faseovergangen løfter alle vannmolekylene seg fri fra sin materielle last og etterlater hele sin stofflige fortid.

Filtrering, uansett hvor høyverdig membranens sil er, betyr uunngåelig at systemet tilsmusser seg selv litt mer for hver liter vann som filtreres. Et filter er logisk nok mest effektivt den første dagen, men fra det øyeblikket taper det stadig ytelse og blir gradvis mer og mer et «oppsamlingsbasseng» for nettopp den lasten det egentlig skulle fjerne. Ved mangelfullt vedlikehold kan dette til og med føre til en farlig rekontaminering av vannet. Når et filter når metningsgrensen og ikke byttes ut, kan det skje at systemet brått slipper forurensningene det har samlet over uker, tilbake i vannet.

En destillasjon forblir derimot like effektiv ved hver gjennomkjøring som den første dagen. Her må heller aldri noe byttes ut, ettersom termodynamikkens lover ikke er underlagt slitasje. Skarpheten i skillet mellom ren damp og belastet konsentrat forblir alltid den samme. I tillegg virker varmen i prosessen som en naturlig autoklaving av hele systemet.

Den ultimate sammenligningen

Sammenstillingen i tabellform nedenfor setter metodene som er forklart, direkte opp mot hverandre. Analysen viser tydelig den særlige rollen destillasjonen har, ettersom den med sin konsekvente rensesvirkning danner det avgjørende referansepunktet og samtidig den teknologiske målestokken for hele sammenligningen.

STOFF	● BETENKELIG	AKTIVT KULL	IONEBYTTER	UV-C	OMVENDT OSMOSE	DESTILLASJON
	● U FARLIG					
Akaricider	●	~ 60 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Algetoksiner	●	~ 60 %	o	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Aluminium	●	o	~ 70 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Antimon	●	o	~ 60 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Arsen	●	o	~ 50 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Legemiddelrester	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Asbestfibre	●	~ 50 %	o	o	> 94,0 %	~ 99,9 %
Bakterier	●	o	o	~ 99,9 %	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Barium	●	o	~ 80 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Bly	●	~ 20 %	~ 90 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Kadmium	●	o	~ 80 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Klor	●	~ 90 %	o	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Krom	●	o	~ 70 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Dioksiner	●	~ 80 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Fluorid	●	o	~ 40 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Fungicider	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Glyfosat	●	~ 70 %	o	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Hormoner	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Insekticider	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Kobber	●	~ 20 %	~ 90 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Mangan	●	o	~ 80 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Mikroplast	●	~ 30 %	o	o	> 94,0 %	~ 99,9 %
Nitrat	●	o	~ 50 %	o	~ 80,0 %	~ 99,9 %
Nikkel	●	~ 20 %	~ 80 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %

STOFF	● BETENKELIG	AKTIVT KULL	IONEBYTTER	UV-C	OMVENDT OSMOSE	DESTILLASJON
	● UFARLIG					
PFAS	●	~ 40 %	o	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Plantevernmidler	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Kvikksølv	●	~ 40 %	~ 60 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
VOC	●	~ 70 %	o	o	~ 40,0 %	~ 90 %
Virus	●	o	o	~ 99,9 %	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Uran	●	o	~ 70 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Slitasje		svært høy	svært høy	middels	høy	ingen
Rekontaminering		høy	høy	lav	høy	ingen
Rengjøringsinnsats		høy	høy	middels	høy	lav
Lydnivå		uhørlig	uhørlig	uhørlig	uhørlig	knapt hørbar
Innkjøpskostnad		lav	lav	lav	høy	høy
Bruk		enkel	enkel	farlig	enkel	enkel

KILDER

- BLV, Anerkannte Aufbereitungsverfahren für Trinkwasser, godkjente metoder for behandling av drikkevann
- UBA, Liste zulässiger Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäss § 20 Trinkwasserverordnung, liste over tillatte behandlingsstoffer og desinfeksjonsmetoder
- AGES, Ionentauscher und Filtermedien zur nicht ortsfesten Wasseraufbereitung, Schwerpunktaktion A-034-24, Wien 2025
- WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, 4. utgave med tillegg, Genève 2022
- WHO, Good manufacturing practices, water for pharmaceutical use, Technical Report Series 1033, Annex 3, Genève 2021

LYTT PÅ TYSK PÅ [ARS-AQUAE.CH](https://ars-aquae.ch)