Lærervejledning til forløbet “Spildevand og EU”.

# Indholdsfortegnelse

[Formål og indhold 2](#_Toc55498927)

[Globale, innovative og karriere kompetencer i “Spildevand og EU”. 3](#_Toc55498928)

[Globale kompetencer. 3](#_Toc55498929)

[Innovative og karriere kompetencer 3](#_Toc55498930)

[Kernestof i biologi (A) 4](#_Toc55498931)

[Faglige mål i biologi (A) 4](#_Toc55498932)

[Kommentar til kemidelen 4](#_Toc55498933)

[Kernestof i kemi (C) 5](#_Toc55498934)

[Kernestof i kemi (B) 5](#_Toc55498935)

[Kernestof i kemi (A) - hvis det udbygges 5](#_Toc55498936)

[Faglige mål i kemi (B) 5](#_Toc55498937)

[Lektionsoversigt 6](#_Toc55498938)

[Ressourcebank Spildevand og EU 12](#_Toc55498939)

[Information om vand og EU: 12](#_Toc55498940)

[Information om EU´s vandrammedirektiv: 12](#_Toc55498941)

[Information om drikkevand: 12](#_Toc55498942)

[Information om spildevand: 12](#_Toc55498943)

[Hvordan er standarden i DK? I andre lande? 12](#_Toc55498944)

[Information om rensningsteknikker: 13](#_Toc55498945)

[Information om EU-støtteordninger 12](#_Toc55498946)

[Databaser: 12](#_Toc55498947)

[Miljøfremmede stoffer: 13](#_Toc55498948)

[Vands egenskaber: 13](#_Toc55498949)

[De gode, de onde og de grusomme bakterier: 13](#_Toc55498950)

Dette undervisningsforløb er udviklet og afprøvet af Peter Reinholt Nielsen og Karen Ronge Baktoft, Ikast-Brande Gymnasium i samarbejde med Herning Vand, for Globale Gymnasier efteråret 2020.

Formål og indhold

Undervisningsforløbet skal oplyse eleverne om vigtigheden af det mellemstatslige samarbejde i EU under arbejde med et af de epokale nøgleproblemer, nemlig miljøspørgsmålet.

I sammenhæng med problemer med miljøfremmede stoffer/medicinrester i spildevand fra hospitaler og husholdninger, udforskes tre delmål

1) Med en to-faglig tilgang, at vise, hvordan videnskabelig viden og fremgangsmåde fra fagene kemi og biologi bidrager til at løse et konkret problem. Stofferne karakteriseres og løsningsmuligheder præsenteres med afsæt i hvert fag. Det sker bl.a. ved læsning af lærebogsstof og ny speciallitteratur.

2) Karrierelæring, hvor fagene sættes ind i en samfundsmæssig sammenhæng. Der skabes sammenhæng mellem lærebogsstof og hvordan et rensningsanlæg drives. Der gives eksempler på, hvordan fagfolk udvikler nye fremgangsmåder.

3) Den samlende ramme for projektet er, hvordan EU er involveret i flere aspekter af klarlægning og løsning af dette hverdagsnære nøgleproblem. EU’s vandmiljødirektiv præsenteres; der tales om fastsættelse og overvågning af grænseværdier; det diskuteres, hvorfor forskellige lande har forskellige interesser; at der er undtagelser; den centrale registrering synliggøres ved brug af REACH/SCIP databaserne.

Eleverne præsenteres for hvordan EU understøtter udvikling af teknologi i europæiske virksomheder. EU fremmer europæiske virksomheders konkurrenceevne på de globale markeder ved at understøtte virksomheder, der udvikler ny teknologi. Det sker både med økonomisk støtte til udvikling og ved at stå som formidler af fællesskaber i branchen. Derved kombineres to målsætninger: ønsket om økonomisk styrke med ønsket om et bedre miljø.

Forløbet kan kombineres med et besøg på et lokalt rensningsanlæg. Herved konkretiseres problemet for eleverne, og de får adgang til ekspertise.

Det er intensionen, at elevernes oplevelse af, i hvor høj grad EU er relevant for denne meget håndgribelige del af hverdagen, vil føre til en trang til at søge viden om EU’s rolle i andre sammenhænge. At forståelsen for, hvordan EU er et forum, hvor miljøspørgsmål kan angribes med større overblik og gennemslagskraft end de enkelte lande, vil føre til at eleverne vil se EU som en mulig ramme, hvor de kan engagere sig for at løse problemer af denne art.

# Globale, innovative og karriere kompetencer i “Spildevand og EU”.

Udover kernestof og faglige mål i de enkelte fag lægger forløbet ligeledes op til at arbejde med globale, innovative og karriere kompetencer.

### Globale kompetencer.

Globale Gymnasier har udviklet “Det globale Kompetencehjul” som underinddeler de globale kompetencer i Global Faglighed, Interkulturel Dannelse, Kaosparathed og Horisont, hvilket gør arbejdet med kompetencerne mere konkret.

I Spildevand og EU arbejdes der hovedsageligt med Global Faglighed og til dels Horisont.  Den globale faglighed bliver inddraget, da der tages udgangspunkt i aktuelle globale problemstillinger, som rent drikkevand, spildevand, forurening og miljøfremmede stoffer. Problemstillinger som også tages op gennem arbejdet med bæredygtighedsmålene: rent vand og sanitet, innovation og infrastruktur og liv i havet.

Desuden bliver der mulighed for at se fagligheden i biologi og kemi i et større perspektiv og som redskaber til at forbedre nuværende løsninger og opfinde nye til at løse de aktuelle problemstillinger på tværs af landegrænser.

Ved at forstå at vand som vores fælles ressource, som flyder over grænser, skaber vi desuden en horisont for eleverne, så de bedre forstår sig selv som en del af noget større og nødvendigheden af internationalt samarbejde.

### Innovative og karriere kompetencer

Eleverne får i forløbet også mulighed for at arbejde med deres innovative og karriere kompetencer. Der lægges i forløbet op til at give den nødvendige faglige ballask til at kunne identificere problemstillinger og komme med konkrete løsningsforslag herpå. Det være sig både på det rent tekniske niveau, men også overvejelser omkring, hvordan vi håndterer spildevand generelt og den infrastruktur den er tilknyttet (økonomi og praktik).

Desuden introduceres eleverne til mulighederne for støtte til projekter indenfor området, således de helt konkret kan se, hvilke muligheder der er for EU støtte til nyudvikling indenfor området. Der er derudover indlagt et virksomhedsbesøg (i vores tilfælde Herning Vand), hvor der ud over den rent faglige ekspertise og kan sparres om ideudvikling og realisering af konkrete projekter.

# Kernestof i biologi (A)

* Cellebiologi med fokus på eukaryote celler
* N og P kredsløb (kan udbygges med C kredsløb)
* Mikrobiologi: vækst og vækstfaktorer
* Økotoksikologi
* Fysiologi: nyren
* Biokemiske processer: respiration og gæring

# Faglige mål i biologi (A)

* Anvende fagbegreber, fagsprog, relevante repræsentationer og modeller til beskrivelse og forklaring af iagttagelser og til analyse af biologiske problemstillinger.
* Indsamle, vurdere og anvende faglige tekster og informationer fra forskellige kilder
* Formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om biologiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer.
* Anvende fagets viden og metoder til vurdering og perspektivering i forbindelse med samfundsmæssige, teknologiske, miljømæssige og etiske problemstillinger med biologisk indhold to til at udvikle og vurdere løsninger.
* Behandle problemstillinger i samspil med andre fag.

# Kommentar til kemidelen

Det er muligt at justere det kemifaglige indhold så det passer til alle tre niveauer på STX.

Der er afsat godt tre lektioner af 70 minutter til kemifagligt indhold i forløbet - inklusive øvelsen. Det betyder, at man må være meget bevidst om, hvad man tager med. Det er muligt at arbejde med polær/upolær binding på C-niveau.

På B-niveau kan man i stedet til at se på polært/upolært molekyle og blandbarhed eller inddrage fordelingsligevægt. Man kan også relatere til syre-baseligevægt, hvis det er kendt stof.

På A-niveau kunne emnet bruges til at tale om kobling af syre-baseligevægt og fordelingsligevægt; sammenligning af D og KF og betydningen af logP.

Forløbet er afprøvet med et B-niveauhold, der kendte til polær/upolær binding i forvejen. Den erfaring har affødt overvejelser om at bruge spildevandsrammen for et længere kemiforløb, hvor hele indholdet fra kovalent binding, polær/upolær binding/molekyle, blandbarhed og fordelingsligevægt dækkes.

# Kernestof i kemi (C)

* Polær og upolær kovalent binding.
* Polære og upolære molekyler.
* Opløselighedsforhold og separation.

# Kernestof i kemi (B)

* Intermolekylære kræfter.

# Kernestof i kemi (A) - hvis det udbygges

* Heterogene ligevægte: fordelingsligevægt
* Koblede ligevægte: syre-baseligevægt og fordelingsligevægt.

# Faglige mål i kemi (B)

* Anvende fagbegreber, fagsprog, modeller og metoder til at beskrive, analysere og vurdere kemiske problemstillinger.
* Relatere iagttagelser, modeller og symbolsprog til hinanden ved anvendelse af kemisk fagsprog
* Anvende digitale værktøjer, herunder fagspecifikke, i en konkret faglig sammenhæng.
* Indsamle, vurdere og anvende kemifaglige tekster og informationer fra forskellige kilder.
* Formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om kemiske emner og give sammenhængende forklaringer.
* Anvende fagets viden og metoder til analyse, vurdering og perspektivering i forbindelse med samfundsmæssige, teknologiske eller miljømæssige problemstillinger med kemisk indhold og til at udvikle og vurdere løsninger.
* Behandle problemstillinger i samspil med andre fag.

# Lektionsoversigt

|  |
| --- |
| **Lektion 1: Vand og EU** Materiale:* Frøsig, M. m.fl.: “Biologi i udvikling”. Nucleus 2015, side 39-41 om vandets kredsløb og vandforbrug i DK.
* Miljø- og fødevareministeriets hjemmeside om natur og vand: <https://mst.dk/natur-vand/>
* Link til vandforbrug: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics> Bemærk abstraction er det totale vandforbrug.
* Vandressourcer i udvalgte lande: <https://vandetsvej.dk/drikkevand-i-resten-af-verden>
* Oversigt vandrammedirektiv (engelsk): [file:///C:/Users/kb/Downloads/gp\_eudor\_WEB\_KH3109164ENC\_002.pdf.en%20(1).pdf](file:///C%3A/Users/kb/Downloads/gp_eudor_WEB_KH3109164ENC_002.pdf.en%20%281%29.pdf)

Sekvenser:1. Lærerpræsentation af emnet og de områder der skal dækkes.
2. Lærerpræsentation af vandmolekylet og vandets kredsløb
3. Klassediskussion om EU´s relevans. Opsamling:

 Overvågning af vandmiljøstandarden Overvågning af drikkevandsstandarder  Spildevandsdirektiv Støtte til nye teknologier (hvad er processen hvis man vil have fat i midler)1. Gruppearbejde med udgangspunkt i [https://mst.dk/natur-vand/, men](https://mst.dk/natur-vand/%2C%20men) også de øvrige links anvendes:
2. Find ud af vandforbrug i DK versus 3 andre EU-lande og
3. Hvor kommer drikkevandet fra (overflade, grundvand, kilder etc.)?
4. Hvad er formålet med vandrammedirektivet?
5. Hvem kontrollerer kvaliteten af drikkevandet?
6. Nævn mindst to stoffer der kontrolleres for i drikkevandet?
7. Hvad er spildevand?
8. Hvorfor renser vi vores spildevand?
9. Hvad er miljøfremmede stoffer?
10. Opsamling: Hvad er udfordringerne? Miljøfremmede stoffer, hospitalsspildevand, lægemidler fundet i spildevand.
11. Hvad har vi brug for at vide of forstå for at kunne finde ud af?
* Hvordan fungerer et rensningsanlæg?
* Hvorfor slipper nogle stoffer igennem rensningsanlægget og hvad kan der gøres?
* Kemiske stoffers egenskaber og bindinger
* Bakteriers biologi
* Næringsstofkredsløb (P, N)
* Økotoksikologi - hvad er problemet med medicinrester i vandmiljøet

N.B. Præsentation og arbejdsark findes til forløbet. |
| **Lektion 2: Kemisk oprensning** Materiale:* Øvelsesvejledning: modelforsøg for rensning af spildevand med aktivt kul.

 -”medicinresten” bromthymolblåt fjernes fra vandig opløsning vha. granuleret trækul.* Udstyr og kemikalier er samlet i vejledningen.

Sekvenser* Forsøget udføres
* Databehandling:

-første fortolkning af observationer.-hvorfor pH-afhængig?-man vender tilbage til forsøget i lektion 4. |
| **Lektion 3: Vand og intermolekylære bindinger**Materiale:Hvis Kemi C* F.eks. Mygind, H, Vesterlund Nielsen, O og Axelsen V. ”Basiskemi C” Haase & Søns Forlag 2010
* (Kovalent binding og molekyler 60-61) skal være bekendt.
* Elektronegativitet og polær binding s. 67-70.
* Polære molekyler s.71-72.
* Arbejdsark: polære bindinger og polære molekyler.docx

Hvis Kemi B, yderligere* F.eks. Mygind, H, Vesterlund Nielsen, O og Axelsen V. ”Basiskemi B” Haase & Søns Forlag 2015
* Intermolekylære kræfter s. 121-126
* Hydrogenbindinger s. 148- 151.
* Hydrogenbindinger (ekstra detaljer, på engelsk):
* <https://www.chemguide.co.uk/atoms/bonding/hbond.html>
* På engelsk
* Khan Academy videoer om alle typer:
* [https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802:intermolecular-forces-and-properties](https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802%3Aintermolecular-forces-and-properties)
* Arbejdsark: molekyler og blandbarhed.docx

Sekvenser:1. Lærerpræsentation (tilpasses efter forudsætninger - ikke alle trin kan nås)* Bindingstyper
* Elektronegativitet og elektronegativitetsforskel
* Polære bindinger
* Polært molekyle
* Blandbarhed

2. Pararbejde med arbejdsark3a. hvis man ikke har haft om polær/upolær før. * Skriveøvelse: ”hvorfor er vand polært og carbondixoid upolært? - og hvad med tetrafluormethan og trifluormethan?”

3b. hvis man blot har repeteret polær/upolær* Matrixgruppearbejde om intermolekylære bindinger.

NB PPTX findes til B forløbet. |
| **Lektion 4: Forurening af vand og rensning af vand**Materiale:* Frøsig, M. m.fl.: “Biologi i udvikling”. Nucleus side 43-47 om spildevandsrensning.
* Det traditionelle rensningsanlæg: <https://www.youtube.com/watch?v=bCrQG1q6kl0>
* Der skal desuden medbringes vandprøver til måling af BI5.

Sekvenser:1. Lærerpræsentation af lektionens indhold
2. Lærerstyret: vandets betydning for levende organismer.
3. Gruppearbejde. Hvad forurener vand? Typer af forurening.  Herefter opsamling (slide)
4. Rensnings af vand - lærerpræsentation
* Menneskekroppen som rensningsanlæg - lever/nyre
* Hvordan fungerer et traditionelt rensningsanlæg?
1. Gruppearbejde med de enkelte processer i rensningen: mekanisk, biologisk og kemisk
2. Hvordan måles forurening? Introduktion af BOD og COD
* Måling af BI5 (medbragte vandprøver)

N.B: PPTX findes til forløbet. |
| **Lektion 5: Kemisk rensning af vand.**Materiale:Hvis Kemi C:* Basiskemi C
* polær binding: 67-70; polære og upolære molekyler: 71-72; blandbarhed 73-75
* Tegneprogram f.eks.: Marvinsketch eller [www.molview.org](http://www.molview.org)

Hvis Kemi B:* Intermolekylære kræfter: elevernes arbejde fra lektion 3.
* Blandbarhed: Basiskemi C: 73-75.
* Fordelingsligevægt Basiskemi B: 56-58.
* (Syre-baseligevægte (kan inddrages hvis allerede kendt stof):
	+ Pufferligning og Bjerrumdiagram
	+ Kromatografi kan inddrages.
* Tegne- og beregningsprogram f.eks.:
	+ Marvinsketch eller
	+ [www.molview.org](http://www.molview.org) i kombination med <https://go.drugbank.com/about>

Hvis Kemi A:* Fordelingsligevægt, fordelingsforhold, logP
* koblede ligevægte
	+ syre-baseligevægt og fordelingsligevægt.

Alle* Ressourcerum: rapporter om lægemidler i dansk spildevand og kilder om vandrensningsteknikker.
* Et værktøj til at dele wiki-sider. Vi brugte samarbejdsområdet i OneNote.

Sekvenser:1. Læreroplæg om den gennemgåede faglighed i relation til kemisk rensning af vand generelt og til oprensningseksperimentet i lektion 2.
2. I grupperne finder eleverne medicinrestmolekyler, der findes i høje koncentrationer i spildevand (kan være de samme, som de senere ser på i SCIP)
3. I grupperne tegner de molekylerne i Marvinsketch eller <https://molview.org> og bedømmer bindingerne, overflader, samlet polaritet. Vil stoffet binde til aktivt kul?

Denne opgaves niveau tilpasses hvilke elementer læreren ønsker at inddrage. Den simpleste udgave vil være at se på bindingerne, mens man også kan inddrage logP, koblede ligevægte og kromatografi.1. Ud fra denne viden afsluttes databehandlingen af forsøget fra lektion 2 igen.
2. Hver gruppe begynder arbejdet med at lave en Wiki side om en vandrensningsteknologi (fortsættes i lektion 8). Denne wiki vil alle bruge til projektet.

NB PPTX findes til B forløbet. |
| **Lektion 6: Biologisk rensning af vand**Materiale:* De gode bakterier: <https://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/gode-bakterier-renser-vores-spildevand>
* De dårlige bakterier: <https://www.information.dk/indland/2018/05/ny-forskning-multiresistente-bakterier-spreder-gennem-spildevand>
* Næringsstofomsætning bakterier: Økologibogen. Nucleus 2015, side 27, figur 25.
* Næringsstofkredsløb: Bidstrup og Bugge. ”Bioteknologi 3. Nucleus 2010, side 44-46.

Sekvenser:1. Rensningsanlægget - den biologiske rensning opsamling. Eleverne fremlægger kort for hinanden hvad de fandt ud af lektionen før.
2. Gruppearbejde - eleverne laver faktaoversigt over ”Hvad er bakterier?”. Med fokus på følgende:
* Prokaryote
* Aerob respiration
* Anaerob respiration
* Næringsstofomsætning - slide i pptx
* Evt. selektion
1. Næringsstofkredsløb (N og P). Intro ved lærer herefter gruppearbejde om de enkelte processer (se separat fil med gruppearbejde).
2. Maksimering af bakteriel nedbrydning. Spørgsmål: hvorfor er man interesseret i sammensætningen af bakterier til nedbrydning af de organiske stoffer i spildevandet og hvordan kan man evt. ændre det?

N.B: PPTX findes til forløbet. |
| **Lektion 7: Miljøfremmede stoffer**Materiale:* Østrogener i renseanlæg og i miljøet samt REACH. Jensen, Carsten Bagge: ”Økotoksikologi. Nucleus 2010, side 23-25.
* Hormonforstyrrende stoffer: Frøsig, Marianne m.fl.: ”Biologi i udvikling”. Nucleus 2015, side 48-49.
* Vejledende udtalelse vedrørende hospitalsspildevand: <https://mst.dk/media/174600/hospitalsspildevand-vejledende-udtalelse-fra-miljoestyrelsen.pdf>
* Miljøfremmede stoffer: <https://mst.dk/kemi/kemikalier/fokus-paa-saerlige-stoffer/>
* Fokusstoffer lægemidler: <https://mst.dk/media/174602/bilag-2-fokusstoffer_biofos-_renseanlaeg-10.pdf>
* Rensning af hospitalsspildevand (artikel): <https://herningvand.dk/nu_kommer_der_vand_paa_unikt_pilotanlag/>
* REACH database: [https://echa.europa.eu/information-on-chemicals?p\_p\_id=disssimplesearchhomepage\_WAR\_disssearchportlet&p\_p\_lifecycle=0&p\_p\_state=normal&p\_p\_mode=view&p\_p\_col\_id=\_118\_INSTANCE\_UFgbrDo05Elj\_\_column-1&p\_p\_col\_count=1&\_disssimplesearchhomepage\_WAR\_disssearchportlet\_sessionCriteriaId=](https://echa.europa.eu/information-on-chemicals?p_p_id=disssimplesearchhomepage_WAR_disssearchportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=_118_INSTANCE_UFgbrDo05Elj__column-1&p_p_col_count=1&_disssimplesearchhomepage_WAR_disssearchportlet_sessionCriteriaId=" \t "_blank)

Sekvenser:1. Introduktion ved lærer: Medicinrester i spildevand – hvad er problemet?
2. Gruppearbejde om hospitalsspildevand (artikel og vejledende udtalelse, se serarat arbejdsark)
3. Lærerstyret undervisning om miljøfremmede stoffer
* Hvad er Miljøfremmede/hormonforstyrrende stoffer?
* Bioakkumulation, biomagnifikation
* Repetition af reproduktion – fokus på kønsudvikling.
* “Østrogenhypotesen” og mænds sædcelledannelse
* Historien om REACH og forklaring af databasen
1. Gruppearbejde med fokus på miljøfremmede stoffer og EU´s REACH (se separat arbejdsark)
2. Opsamling - fordele og ulemper ved REACH

N.B: PPTX findes til forløbet. |
| Lektion 8: Intro til projekt og eventuelt besøg på rensningsanlæg Materiale:* Ressourcerum med materiale om vandrensningsteknikker
* Wiki som eleverne laver.
* PPT med introduktion til projekt.
* Ressourcerum med informationer om EU og innovation.

Sekvenser:1. Grupperne færdiggør informationsark, som fortæller om kemiske og biologiske rensningsteknologier til brug som ressource ved problemløsning.
2. Lærerpræsentation af projektet.
3. Grupperne orienterer sig i wiki-siderne.
4. Grupperne begynder at formulere spørgsmål
* til videreundersøgelse
* til at stille ved evt. besøg på rensningsanlæg.

NB PPTX findes til B-forløbet. |
| Lektion 9-11 Besøg på rensningsanlæg - kan udelades |
| Lektion 12-15: Klarlægning af og arbejde med problemstillinger |
| Lektion 16: Fremlæggelse - Science Fair Style Materialer: De af eleverne fremstillede plancher - se lektion 8 for projektoversigtSekvenser:1. Grupperne deles op således at halvdelen bliver tilbage og forklarer deres projekt, hvor den anden halvdel besøger de andre stande.
2. Efter 20 minutter bytter grupperne
3. Evaluering - støtteordninger mm.
 |

# Ressourcebank Spildevand og EU

### Information om vand og EU:

Miljøstyrelsen: <https://mst.dk/natur-vand/>

Link til vandforbrug: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics> Bemærk abstraction er det totale vandforbrug:

### Information om EU´s vandrammedirektiv:

Vandressourcer i udvalgte lande: <https://vandetsvej.dk/drikkevand-i-resten-af-verden>

Oversigt vandrammedirektiv (engelsk): [file:///C:/Users/kb/Downloads/gp\_eudor\_WEB\_KH3109164ENC\_002.pdf.en%20(1).pdf](file:///C%3A/Users/kb/Downloads/gp_eudor_WEB_KH3109164ENC_002.pdf.en%20%281%29.pdf)

Oversigt vandrammedirektiv (dansk): [https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/tapintoit\_da.pdf](https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/tapintoit_da.pdf%C2%A0)

### Information om drikkevand:

Miljøstyrelsen: <https://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/drikkevand/>

EU: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/index_en.html>

### Information om spildevand:

Miljøstyrelsen: <https://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/spildevand/>

EU: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/index_en.html>

Bakterier renser vores spildevand: <https://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/gode-bakterier-renser-vores-spildevand>

### Hvordan er standarden i DK? I andre lande?

<https://www.eea.europa.eu/themes/water/european-waters/water-use-and-environmental-pressures/uwwtd/interactive-maps/urban-waste-water-treatment-maps-2>

Hvordan holder vi vandet rent: <https://ec.europa.eu/environment/basics/health-wellbeing/clean-water/index_da.htm>

Problemer, prioriteringer - pharmaceuticals in the environment: <https://ec.europa.eu/commission/news/pharmaceuticals-environment-2019-mar-11_en>

Pesticidrester i drikkevand - EU påtale: <https://jyllands-posten.dk/indland/ECE12534392/miljoestyrelsen-ignorerede-kritik-om-pesticider-i-vandet/>

Store forskelle i EU-landes krav til vandkvalitet: <https://dce.au.dk/aktuelt/nyheder/nyhed/artikel/store-forskelle-i-eu-landes-krav-til-vandkvalitet/>

Lægemidler i vandmiljøet: <https://naturstyrelsen.dk/publikationer/2015/feb/screening-for-humane-laegemidler-i-vandmiljoeet/>

Kortlægning af medicinrester i Nordjylland: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjB04zv_4TtAhX8CRAIHV5KAccQFjADegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fmst.dk%2Fmedia%2F174604%2Fbilag-4-laegemiddelkortlaegning-paa-sygehuse-i-region-nordjylland.pdf&usg=AOvVaw0eSRCxoZYj10RzzjMRwzbO>

### Information om EU-støtteordninger

<https://www.eip-water.eu/about>

<https://mst.dk/natur-vand/natur/tilskud-til-skov-og-naturprojekter/eu-life/generelt-om-life/>

<https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-action-plan/union-funding-programmes_en>

### Databaser:

REACH (Registrering, Evaluering og Autorisation af Kemikalier): <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals?p_p_id=disssimplesearchhomepage_WAR_disssearchportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=_118_INSTANCE_UFgbrDo05Elj__column-1&p_p_col_count=1&_disssimplesearchhomepage_WAR_disssearchportlet_sessionCriteriaId=>

SCIP(Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)): <https://echa.europa.eu/da/scip>

  EU "…om oprettelse af en observationsliste over stoffer med henblik på EU-dækkende overvågning inden for vandpolitikken.." <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32020D1161&from=EN>

### Miljøfremmede stoffer:

Stoffer:<https://mst.dk/kemi/kemikalier/fokus-paa-saerlige-stoffer/>

Produkter:<https://mst.dk/kemi/kemikalier/fokus-paa-saerlige-produkter/>

### Vands egenskaber:

<https://videnskab.dk/25-soforklaringer/vand-vand-og-atter-vand>

### De gode, de onde og de grusomme bakterier:

Multiresistens spredes gennem spildevand: <https://www.information.dk/indland/2018/05/ny-forskning-multiresistente-bakterier-spreder-gennem-spildevand>

Gode bakterier renser vores spildevand: <https://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/gode-bakterier-renser-vores-spildevand>

### Information om de forskellige rensningsteknikker:

Generelt:

Hospitalsspildevand: <https://mst.dk/media/174600/hospitalsspildevand-vejledende-udtalelse-fra-miljoestyrelsen.pdf>

Bakterier fjerne medicin fra spildevand: <https://www.dtu.dk/nyheder/2016/05/bakterier-fjerner-rester-af-medicin-fra-spildevandet?id=dab6fafc-b01f-4a16-9be2-db2dcf9dd359>

Pilotanlæg fra Herning Vand: <https://herningvand.dk/nu_kommer_der_vand_paa_unikt_pilotanlag/>

Temanummer af Dansk Vand om medicinrestrensning: <http://www.e-pages.dk/danva/220/>

Bog med information om de forskellige rensningsmetoder: <https://iwaponline.com/ebooks/book-pdf/521270/wio9781780401447.pdf>

Mange teknikker nævnes i dette dokument fra Miljøstyrelsen:

<https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7614-085-7/html/kap06.htm>

UV og Ozon:

Artikel om brugen af UV og ozon til spildevandsbehandling:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860902000699>

Om UV fra en producent af udstyr:

<https://www.freedrinkingwater.com/whole-house/water-filter-knowledge-base/how-does-ultraviolet-water-purification-work.htm>

Forståelig lysbilledserie “The Chemistry of Ozone Disinfection in Wastewater”:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjNn5OJi4XtAhUrx4sKHQYrA6sQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.epa.gov%2Fsites%2Fproduction%2Ffiles%2F2016-12%2Fdocuments%2Fmcchristian-ozone.pdf&usg=AOvVaw1Pu65pxX8unZjscRhXn4zm>

### UV og DNA:

<https://www.nanotechacademy.dk/nano-toksikologi/solcreme>

<https://www.scientificamerican.com/article/how-does-ultraviolet-ligh/>

<https://www.news-medical.net/life-sciences/The-Mechanism-of-DNA-Damage-by-UV-Radiation.aspx>

<https://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleHtml/2013/PP/c3pp90021e>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3010660/>

Adsorption

Aktivt kul og ionbytning og cyclodextriner: <https://www.intechopen.com/books/organic-pollutants-monitoring-risk-and-treatment/adsorption-technique-for-the-removal-of-organic-pollutants-from-water-and-wastewater>

Ionbytning:

Miljøstyrelsen oversigt over flere fremgangsmåder til at fjerne ioner: <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2002/87-7972-345-4/html/kap04.htm>

<https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2000/87-7944-227-7/html/bil08.htm>

Om zeoliter: <https://en.wikipedia.org/wiki/Zeolite>

Om zeoliter: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61776-8>

Host-Guest systemer:

Nogle eksempler på host-guest systemer: <https://spj.sciencemag.org/journals/research/2019/5406365/>

<https://www.osti.gov/pages/biblio/1374716>

Cyclodextrin:

<https://www.researchgate.net/publication/230668635_Cyclodextrin_polymers_Synthesis_and_Application_in_Water_Treatment>

<https://www.nature.com/articles/nature16185>

Abstract: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj_t5ScioXtAhXjtYsKHeFaAs8QFjABegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fchemistry.illinois.edu%2Fsystem%2Ffiles%2Finline-files%2FAbstract%2520-%2520Literature%2520Seminar%2520M.%2520Counihan%2520-%2520171109.pdf&usg=AOvVaw1DQHy4G9Q0_6TSLbBTliz4>

Membranfiltrering

Her sammenlignet med flere andre teknikker:

<https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7614-085-7/html/kap06.htm>

Aktiveret kulstof (hydrofob binding)

Miljøstyrelsen: <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/1998/87-7909-126-1/html/kap06.htm>

 <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/1998/87-7909-126-1/html/helepubl.htm>

Cost Estimates for GAC Treatment systems: <https://www.researchgate.net/publication/241665392>

Polære molekyler og aktivt kul: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23299971/>

<https://www.researchgate.net/publication/234089590_Removal_of_highly_polar_micropollutants_from_wastewater_by_powdered_activated_carbon>

MBR

<https://www.researchgate.net/publication/327545198_Laegemidler_og_miljofremmede_stoffer_fjernes_miljovenligt_med_biofilm-teknologi>

MBBR

Miljøstyrelsen: Om forsøg i Aarhus (også ozon/oxidation):

 <https://naturstyrelsen.dk/publikationer/2015/maj/miljoe-og-energieffektiv-rensning-af-miljoefremmede-stoffer-i-saerligt-belastet-spildevand/>

Teknologisk Institut: Om forsøg i Herning: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2018/03/978-87-93614-81-9.pdf>