

OLE HAUBO CHRISTENSEN

DET BLÅ GULD

BIOLOGI, FYSIK/KEMI OG GEOGRAFI 7.-9. KLASSE



aarhusvand

Lærervejledning

DET BLÅ GULD
biologi, fysik/kemi og geografi 7.-9. kl

© Ole Haubo Christensen og Aarhus Vand

Foto og illustrationer: s 1, 20-21 Niels Poulsen

Layout: Søren Kirkemann, Grafisk Design

Tryk: LaserTryk

ISBN: 978-87-995588-1-0

WEB: aarhusvand.dk/detblåguld



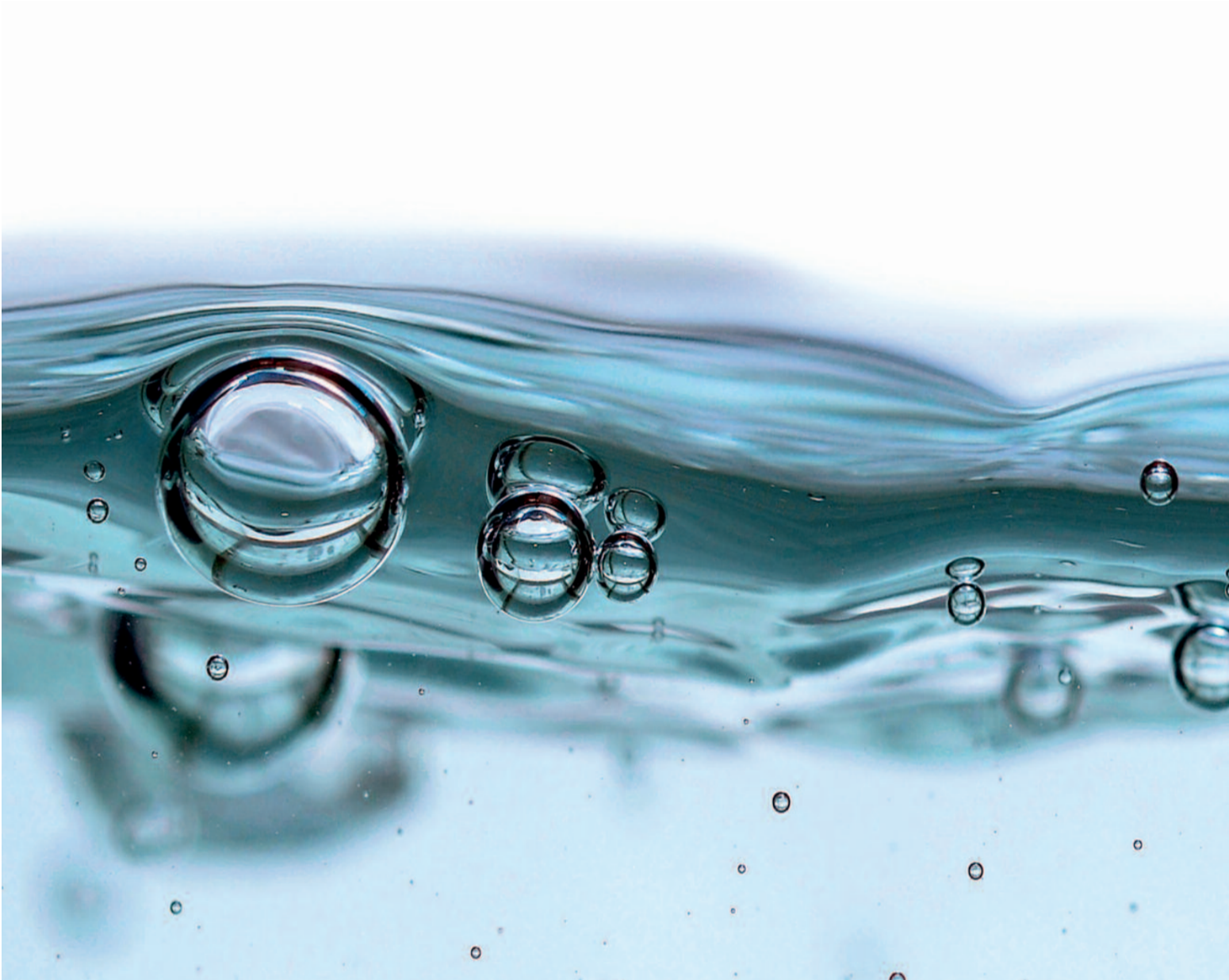
Supplerende materiale:
Skolebesøg på vandværk
Skolebesøg på renseanlæg
vandetsvej.dk

DET BLÅ GULD er gratis at benytte i undervisningen. Find lærevejledning, elevhæfte med klikbar tilgang til filklip og fælles præsentation på stor-skærm på aarhusvand.dk/detblåguld

I N D H O L D

Det blå Guld – lærervejledning

INTRO – DET BLÅ GULD	5
Fællefaglige forløb	6
Problemstillinger og arbejdsspørgsmål	8
DET LØBER RUNDT	9
Vand – livets byggesten	9
Den blå planet	10
Vandforbrugets udvikling	10
Den menneskelige faktor	10
Fra regnvand til grundvand	10
FRA GRUNDVAND TIL DRIKKEVAND	11
Grundvand	11
Nitratforurening	11
Vandværket	12
Vandforbruget derhjemme	12
Landbruget er storforbruger af vand	12
Produktion kræver vand	12
Bugs	13
HAVET SLETER IKKE ALLE SPOR	14
Renseanlæg	14
Fra lort til strøm	14
Vandmiljø	15
Regnvandsanlæg forklædt som skaterpark	15
Nye kloakker	15
De nye Verdensmål	15
Rent vand og sanitet	15
FREMTIDENS DRIKKEVAND	17
Tørke og oversvømmelse	17
Kampen om vandet	18
Dæmninger	18
Lifelink-vandpumpe	18
Fra havvand til drikkevand - Afsaltning af havvand	19
Vandbehandling i rummet	19
Grønne tage	19
BILAG	20
SUPPLERENDE MATERIALE	23



INTRO - DET BLÅ GULD

Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer - biologi, fysik/kemi og geografi 7.-9. kl.

DET BLÅ GULD er et supplerende læremiddel til undervisningen i det fællesfaglige fokusområde Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer i naturfagene 7. – 9. klasse.

DET BLÅ GULD er struktureret i fire undertemaer og indeholder korte elevtekster, filmklip og arbejdsforslag. Visning af enkelte filmklip kræver Uni-Login.

Det overordnede mål med DET BLÅ GULD er at arbejde med den overordnede problemstilling – Hvordan sikrer vi rent drikkevand til alle i fremtiden?

FN vedtog i 2015 en række nye Verdensmål. Et af de centrale mål er Verdensmål 6 – Rent vand og sanitet til alle. Hvordan klarer vi det i en verden med klimaforandringer? Vi har masser af saltvand, men kan vi bruge det til drikkevand? Hvor får vi vores vand fra, og hvordan dannes vores drikkevand? Kan vi se på vandet, om det kan drikkes, og hvordan kan vi rense det?

Der er rigtig mange spørgsmål. Nogle handler grundlæggende om at sikre et godt liv for alle på Jorden. Andre handler om, hvordan vi ønsker at vores verden skal fungere.

DET BLÅ GULD arbejder med problemstillingen med biologifagets, fysik/kemifagets og geografifagets faglige briller. Suppler evt. ved at arbejde med problematikkerne i kulturfagene.

DET BLÅ GULD er struktureret i undertemaerne: Det løber rundt, Fra grundvand til drikkevand, Havet sletter ikke alle spor og Fremtidens drikkevand.

Eleverne skal efter forløbet have en faglig viden og bevidsthed om vand som ressource, der sætter dem i stand til forklare betydningen af rent drikkevand for menneskers sundhed og miljø lokalt og globalt, forklare vands kredsløb herunder menneskeskabte påvirkninger. Eleverne skal kunne forklare hvordan drikkevand produceres og renses på forskellige måder, og de skal kunne diskutere udfordringer og løsningsforslag i at sikre rent drikkevand.

DET BLÅ GULD kan gennemføres på 12 – 15 lektioner, men kan med fordel med faglig fordybelse og alt efter elevgruppe og klassetrin bredes ud over en længere periode.



Fællesfaglige forløb

Det blå Guld har vand og vandets betydning for mennesker som udgangspunkt. Læringsforløbet bevæger sig fra individplan – den enkeltes vandforbrug til et globalt perspektiv og inddrager de 17 Verdensmål vedtaget på FNs generalforsamling i 2015. *Det blå Guld* har miljø og bæredygtighed som omdrejningspunkt og har naturfagernes fællesfaglige fokusområde 'Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer' som fagligt og didaktisk omdrejningspunkt. *Det blå Guld* tager udgangspunkt i kompetence- og færdighedsmål for alle tre naturfag fysik/kemi, biologi og geografi.

Målet med læringsforløbet er, at eleverne udvikler naturfaglige kompetencer og færdigheder, der gør dem i stand til at opstille modeller i relation til drikkevand og til at kunne perspektivere til problematikker i forhold til skaffe rent drikkevand og dets betydning for miljø, bæredygtighed og sundhed lokalt og globalt.

Læringsmål med udgangspunkt i Fælles Mål

Listen med færdigheds- og vidensmål er afhængig af, hvilke elementer der fokuseres på i det fællesfaglige forløb, samt hvilke faglige områder fra anden undervisning, der knyttes an til.

Kompetenceområde	Fællesfaglige og fagfaglige kompetencemål
Undersøgelse	<p>Fællesfagligt</p> <p>Eleven kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i biologi, fysik/kemi og geografi</p> <p>Undersøgelser i naturfag fase 2</p> <p>Eleven kan indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser i naturfag</p> <p>Eleven har viden om indsamling og validering af data</p> <p>Biologi</p> <p>Eleven har viden om mikroorganismers betydning i forhold til mennesker og økosystemer</p> <p>Fysik/kemi</p> <p>Eleven kan designe og gennemføre undersøgelser om Jordens ressourcer</p> <p>Eleven har viden om ressourceforbrug, deponi og genanvendelse</p> <p>Geografi</p> <p>Eleven kan undersøge naturgrundlagets betydning for menneskers levevilkår</p> <p>Eleven har viden om muligheder for udnyttelse af naturgrundlaget</p>
Modellering	<p>Fællesfagligt</p> <p>Eleven kan anvende og vurdere modeller i biologi, fysik/kemi og geografi</p> <p>Modellering i naturfag fase 1</p> <p>Eleven kan anvende modeller til forklaring af fænomener og problemstillinger i naturfag</p> <p>Eleven har viden om modellering i naturfag</p> <p>Biologi</p> <p>Eleven kan med modeller forklare stoffers kredsløb i økosystemer</p> <p>Eleven har viden om stoffer i biologiske kredsløb</p>

	<p>Fysik/kemi Eleven kan med modeller forklare stofkredsløb i naturen Eleven har viden om reaktioner og processer i centrale stofkredsløb Eleven kan visualisere vands kredsløb og Jordens energistrømme</p> <p>Geografi Eleven har viden om begrebet bæredygtighed</p>
<p>Perspektivering</p>	<p>Fællesfagligt Eleven kan perspektivere biologi, fysik/kemi og geografi til omverdenen og relatere indholdet i faget til udvikling af naturvidenskabelig erkendelse Perspektivering i naturfag fase 2 Eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder Eleven har viden om interessemodsætninger knyttet til bæredygtig udvikling</p> <p>Biologi Eleven kan forklare årsager og virkninger af naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer Eleven har viden om biologiske, geografiske og fysisk-kemiske forholds påvirkning af økosystemer</p> <p>Fysik/kemi Eleven har viden om samfundets brug og udledning af stoffer Eleven kan forklare, hvordan Jordens systemer påvirker menneskets levevilkår Eleven kan vurdere en teknologisk bæredygtighed Eleven har viden om teknologiers påvirkning og effekt på naturgrundlaget</p> <p>Geografi Eleven kan analysere menneskets påvirkning af vands og kulstofs kredsløb Eleven har viden om problematikker knyttet til vands og kulstofs kredsløb Eleven kan forklare aktuelle konsekvenser af naturgrundlagets udnyttelse Eleven har viden om samfundsmæssige og miljømæssige konsekvenser af udnyttelse af naturgrundlaget Eleven kan vurdere interessemodsætninger og løsningsmuligheder ved udnyttelse af naturgrundlaget</p>
<p>Kommunikation</p>	<p>Fællesfagligt Eleven kan kommunikere om naturfaglige forhold med biologi, fysik/kemi og geografi Kommunikation - ordkundskab Eleven kan mundtligt og skriftligt udtrykke sig præcist og nuanceret ved brug af fagord og begreber Eleven har viden om ord og begreber i naturfag</p>

Problemstillinger og arbejdsspørgsmål

Det blå Guld dækker det fællesfaglige fokusområde Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer. Elever og naturfaglærere skal sammen formulere en overordnet problemstilling, som skal belyses af to eller tre af naturfagene biologi, fysik/kemi og geografi. Der kan arbejdes med de fællesfaglige fokusområder på mangfoldige måder, som relevant kan inddrage alle tre naturfag samt andre fag. Fællesfaglige fokusområder, der opgives til den fælles prøve i naturfagene, skal inddrage alle tre naturfag og stamme fra undervisningen i 8. eller 9. klasse.

En relevant problemstilling kunne være:

- *Hvilke fordele og udfordringer vil der være ved at bruge saltvand som drikkevand i stedet for grundvand?*

Andre relevante problemstillinger kunne være:

- *På hvilke måde er forurening en trussel mod drikkevandet?*
- *Hvilke trusler er der mod drikkevandet i Danmark og i den 3. verden?*
- *Hvordan kan renseanlæg være med til at forbedre vandkvaliteten?*
- *På hvilke måder kan klimaforandringerne påvirke drikkevandsforsyningen?*

Tilhørende arbejdsspørgsmål kan være meget forskellige, men er som udgangspunkt mere konkrete end problemstillingen. Til prøven skal eleverne tage udgangspunkt i 2-3 arbejdsspørgsmål til hvert af naturfagene.

Relevante arbejdsspørgsmål kunne være:

- *Hvorfor er vand vigtigt for mennesker, dyr og planter?*
- *Hvor kan vi finde drikkevand? Og hvordan bliver det dannet?*

- *Hvordan fungerer vands kredsløb?*
- *Hvordan kommer vandet fra grundvandet og ud i vandhanen?*
- *Hvor god er drikkevandets kvalitet her i byen?*
- *Hvorfor er det vigtigt at finde alternativer til grundvand?*
- *Hvordan renser naturen vandet?*
- *Hvordan kan vi beskytte vores drikkevand?*
- *Hvordan kan vi spare på vores drikkevand?*
- *Hvad består spildevand af? Og hvilken forskel gør det om spildevand kommer fra landbrug, industri eller husholdninger?*
- *Hvad er de største kilder til forurening af grundvandet?*
- *Hvad sker der med vandet, efter at det er løbet i kloakken?*
- *Hvad er en grænseværdi?*
- *Hvorfor er det vigtigt at rense vores spildevand?*
- *Hvordan virker et rensningsanlæg?*
- *Hvordan virker biologisk rensning af vand?*
- *Hvordan kan jeg rense mit eget spildevand?*
- *På hvilken måde kan grønne tage være en fordel for vandmiljøet?*
- *Hvorfor laver man sprøjtefri zoner?*
- *Hvad sker der med søer og vandløb, hvis vandet indeholder for mange næringsstoffer?*
- *Hvordan kan havvand omdannes til vand, der kan drikkes?*
- *Hvilke betydninger kan dæmninger have for drikkevandet?*
- *Hvordan er adgangen til rent drikkevand forskellige steder i verden?*
- *Hvilken betydning kan mangel på vand andre steder i verden få for os?*

DET LØBER RUNDT

Det løber rundt

Er ment som en indledende øvelse, som tager udgangspunkt i elevernes forforståelse. Målet med øvelsen er, at eleverne kan gengive vandets kredsløb og de tilhørende processer.

Alt efter elevgruppe og tidligere arbejde kan eleverne tage udgangspunkt i illustration med eller uden retningspile. Se bilag 1 og 2 bag i lærervejledningen.

Inddel eleverne i grupper og lad dem tegne vandets kredsløb i stort format med kridt udenfor. Alt efter elevgruppe kan eleverne tage udgangspunkt i, hvad de ved/tidligere har lært eller lade sig inspirere af illustrationen.

Lad eleverne fremlægge hvordan et vandmolekyle bevæger sig gennem kredsløbet. Eleverne skal samtidig fortæller om de forskellige processer, vandet gennemgår.

Pointer at fagbegreberne: fordampning, fortætning, nedbør, nedsivning og grundvand skal benyttes under fremlæggelse.

Eleverne må meget gerne indlemme menneskelige aktiviteter i modellen. De kan fx perspektivere ved at placere vandværk, renseanlæg, landbrug, fabrikker mv. på tegningen.

Vand – livets byggesten

Tager udgangspunkt i det unikke ved vand og vands tilstandsformer, samt at vand gennem tiderne har haft stor religiøs betydning. Fx i form af regndans, dåb og hellige kilder. Vand er hele grundlaget for liv og bevæger sig i et uendeligt kredsløb.

Tag udgangspunkt i, hvad eleverne allerede ved om vand. Brainstorm med eleverne og lad eleverne stille undringsspørgsmål både inden for de naturvidenskabelige fag og inden for samfundsmæssige og religiøse områder.

Lad også eleverne søge oplysning om vands betydning gennem tiderne og i forskellige kulturer/reli-

gioner. Lad forskellige elevgrupper fokusere på afdækning af elevernes undringsspørgsmål inden for området. fx regndans, dåb og hellige kilder. Arbejd evt. videre med disse spørgsmål i historie/samfundsfag/ - kristendom. Lad eleverne søge viden på nettet. Benyt fx

religion.dk/viden/vandet-i-religionernes-ritualer

Sæt fokus på vands betydning i dagens samfund. Lad eleverne fabulere over et liv uden rindende vand derhjemme, i landbruget og i industrien.

Hjælp eleverne med at perspektivere i form af eksempler på vands centrale betydninger i fysiske, kemiske og biologiske processer.

Elevforsøg

Dit eget vandkredsløb

Eleverne skal bygge deres egne vandkredsløb. Målet er, at eleverne skal lære, at vandets kredsløb er afhængig af solens energi.

Tal med eleverne om, hvordan de forestiller sig, at vandkredsløbet vil fungere.

Byt evt. stenen i opstillingen ud med en lille klump is. Det giver et hurtigere resultat.

Det er vigtigt, at pæren i lampen er en gammeldags glødepære, da den giver væsentligt mere varme fra sig end en moderne sparepære. Opstillingen skal stå en uges tid. Man vil herefter se, at karsefrøene spirer. En del af vandet er nu fordampet, og man vil kunne se saltkrystaller i bunden af akvariet.

Suppler evt. forsøget med en lille skål, hvor eleverne sår karsefrø i vat vædet med saltvand.

Tal med eleverne om hvad der skal til for at få karsefrø til at spire?

- *Hvad skal der til for at få karsefrø til at vokse?*
- *Kan karsefrø spire og gro i saltvand?*
- *Hvordan sker fordampningen i vandkredsløbet i forsøget?*
- *Hvordan sker fordampningen i naturen?*

Lad eleverne tegne kredsløbet ind på tegningen. Eleverne noterer med egne ord deres resultater nederst på siden.

Den blå planet

Kun en meget lille del af vandet på Jorden kan umiddelbart benyttes til drikkevand.

2,5% af Jordens vand er ferskvand. Heraf er 70% is og sne. Under 1/3 af de 2,5% ferskvand er grundvand. Det betyder, at mindre end 1% af vandet på Jorden kan bruges som drikkevand. Derfor skal vi værne om vores vand. Det er en uvurderlig ressource.

Tydliggør fordelingen af Jordens vandressourcer med en enkel øvelse.

Lad eleverne to og to inddele et æble efter procentfordelingen med tuschpen og bagefter skære æblet ud. Lad æblet symbolisere al vand på Jorden.

Vandforbrugets udvikling

Fokuser på sammenhængen mellem samfundsudviklingen og vandforbruget.

- *Beskriv udviklingen af vandforbruget.*
- *Hvad bruges der mest vand til?*
- *Hvor stor en del af vandet bruges til landbrug, industri og husholdninger?*
- *Hvilke ting bruger vi vand til i husholdningerne?*
- *Sammenlign udviklingen med udviklingen af verdens befolkning.*
- *Mens verdens befolkning er tredoblet, er vandforbruget seksdoblet. Hvad kan det skyldes?*

I Danmark bruger vi i gennemsnit cirka 108 liter vand om dagen for hver dansker. I Mange udviklingslande er forbruget under 10 liter.

Den menneskelige faktor

Sovjetunionens vending af floderne Syr Darya og Amu Darya er et skoleeksempel i, hvor galt det kan gå, når mennesket sætter sig over naturen. Målet var ædelt. Man ville sikre befolkningen økonomisk udvikling ved at sikre vand til bomuldsdyrkning, men konsekvenserne var katastrofale. I stedet for økonomisk udvikling fjernede man livsgrundlaget for den lokale befolkning. Den indtørrede søbund er i dag forurenet med kemikalier, kunstgødning og forskellige giftstoffer. Et sundhedsproblem, der nu spredes med vinden.

Fra regnvand til grundvand

Afsnittet fokuserer på grundvandsdannelsen gennem jordens forskellige lag. Find supplerende baggrundsvideo og illustrationer på vandetsvej.dk/Grundvandsdannelse.

Vær opmærksom på at fagordene *tyngdekraft*, *vandbremsende*, *vandførende* og *grundvand* benyttes.

Elevforsøg

Jordens eget renseanlæg

I forsøget skal eleverne afprøve jordens evne til at rense vand. De skal lave deres eget vandrenseanlæg af plastflasker, sand, grus og et filter. Forsøget kræver aktivt kul, som kan købes hos Matas eller jeres materialeleverandør til naturfagene.

Find hjælp i videoen her fra Naturvidenskabernes Hus vimeo.com/130091646. Vær opmærksom på at eleverne ikke må smage på vandet, men blot teste det visuelt og ved at lugte til det.

FRA GRUNDTVAND TIL DRIKKEVAND

Grundvand

I filmklippet fra vandetsvej.dk - kortlink.dk/n79k er der fokus på, at drikkevand er en sårbar ressource, som vi skal værne om. Grundvandet er ikke usårligt, selv om det ligger langt nede i jorden. Hvis jorden, som vandet falder på, er ren, bliver vandet rensat, filteret og tilsat smagsstoffer og mineraler på sin vej ned gennem jorden.

Men hvis jorden er overbelastet af forurening og kemikalier bliver vandet også forurenede. Og selv den lange filtrerende nedsivning til grundvandsmagasinerne kan ikke rense det igen. I så fald bliver vandværket nødt til at lukke boringen, og man må hente vandet et andet sted fra, hvor vandet er rent.

Det rene drikkevand trues på tre måder. Fra nedsivende forurening fx nitrat fra gødning, der var tiltænkt planter, fra pesticider fra sprøjtegifte til at bekæmpe ukrudt i landbruget og insekter i gartnerier. Nedsivende gift fra gamle lossepladser og fabriksgrunde er også et problem nogle steder.

Alle drikkevandsboringer kontrolleres bl.a. for nitrat og pesticider. I de seneste 25 år har det været nødvendigt at lukke mere end 1000 vandboringer rundt om i landet. Selv om mange pesticider blev forbudt at bruge i 1990'erne opdages der stadig pesticidrester i vandboringer. Vandet har været mange år undervejs gennem de forskellige jordlag til grundvandslagene. I nogle områder, som har vigtige vandforsyninger, er der derfor indført sprøjtefrie zoner for landbruget.

Læs mere om grænseværdier på tjekvand.dk/kvalitetskrav-til-drikkevand.html og om kilder til grundvandsforurening hos Miljø- og

Fødevarestyrelsen, Styrelsen for Vand og Naturforvaltning på svana.dk/vand/vand-i-hverdagen/grundvand/kilder-til-forurening

Nitratforurening

Nitrat (NO₃) er et næringssalt og kaldes også en kvælstofforbindelse. Nitrat stammer først og fremmest fra husdyrgødning, som landmanden spreder ud på marken. Nitrat opløses let i vandet og bliver med regnvandet ført ud i vandløbene og ned i grundvandet.

Danmarks mest nitratforurenede områder af grundvand kaldes for nitratbæltet. Nitratbæltet ligger i et område syd for Limfjorden mellem Grenå – Aalborg – Nykøbing Mors – Struer. I dette område har jorden et højt indhold af sand og grus. Her kan nitratholdigt vand let sive ned til grundvandet.

Nitrat mistænkes for at være årsag til fx mave- og tarmkræft. Nitrat i drikkevandet mistænkes også for at være skyld i flere kroniske sygdomme.

I et dansk forskningsprojekt undersøger man sammenhængen mellem indtagelse af nitrat i drikkevandet og forekomsten af kræft. Forskerne kortlægger indholdet af nitrat i drikkevandet de steder, hvor kræftpatienter har boet.

Nogle undersøgelser peger dog også på, at nitrat i drikkevandet i mindre koncentrationer kan have en positiv virkning på vores sundhed.

Et højt indhold af nitrit i spædbørns blod kan forårsage 'Blå børn-syndrom'. En sygdom hvor blodet ikke iltstrækkeligt og medfører mangel på ilt i blodet.

Nitrat i drikkevand anses af WHO og EU for sundhedsskadeligt, når indholdet overstiger EUs grænseværdi på 50 milligram per liter.

Vandværket

I tekst og i filmklippet fra vandetsvej.dk - kortlink.dk/n775 er der fokus på vandets vej fra grundvandsmagasin og processerne gennem vandværket.

På vandværket behandles vandet med to simple processer – iltning og filtrering. Ved iltning fjernes gasser som fx metan (CH_4) og svovlbrinte (H_2S). Jern og mangan fjernes ved filtrering.

Ved iltningen foregår to processer. I den ene proces bliver gasserne metan og svovlbrinte i vandet 'slået' ud af vandet ved udluftning. Den anden proces sker for at få en kemisk proces til at foregå mellem jern/mangan og oxygen. Når grundvandet hentes op fra undergrunden indeholder det ingen oxygen. Ved at blæse atmosfærisk luft ind i vandet, vil oxygen fra atmosfæren starte en kemisk proces mellem jern/mangan og oxygen. Jern og mangan går fra at være opløst i vandet til at blive uopløselige og kan nu sorteres fra i sandfilteret.

Omdannelsen kræver en hel del oxygen. Det er derfor vigtigt, at vandet bliver iltet grundigt. Bakterier hjælper med at omdanne nogle af stofferne. Fx medvirker bakterier ved omdannelse af ammonium (NH_4^+) til nitrat (NO_3^-) og ved omdannelse af metan til CO_2 og vand.

Se også vandetsvej.dk/normal-vandbehandling.

Vandforbruget derhjemme

Det samlede vandforbrug i 2014 målt over husholdninger, erhverv, institutioner og vandtab er i gennemsnit $65,41 \text{ m}^3$ pr. person pr. år. Husholdningerne tegner sig for 64% af den samlede solgte vandmængde. En person bruger i gennemsnit 39 m^3 pr. år i husholdningen svarende til 108 liter pr. dag

Beregn dit eget vandfodaftryk pr uge på waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/ eller som kortlink kortlink.dk/n9vb. Sammenlign med det gennemsnitlige vandfodaftryk for en dansker.

En enklere udgave, som kun tager udgangspunkt i køn, om man er kødspiser eller vegetar og forbrug i

US\$ findes på waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/ eller som kortlink kortlink.dk/n9v4.

Læs mere om forskellige forbrugstyper på vandetsvej.dk/forskellige-forbrugstyper og om vandforbrug dag og nat på vandetsvej.dk/vandforbrug-dag-og-nat

Landbruget er storforbruger af vand

Landbrug er suverænt den største vandforbruger. Hvis man kan producere flere fødevarer for mindre vand er man godt på vej til at løse verdens vandmangel.

Den største del af vandet bruges til kunstvanding mens kødproduktion er den største vandforbruger pr. produceret kalorie.

Selvom det globalt set kun er 20% af landbrugsarealerne, som kunstvandes, bidrager de med 40% af den samlede planteproduktion i verden. Resten er afhængig af den naturlige nedbør.

Vanding af landbrugsarealerne er sjældent særlig effektivt, da vandet ofte fordamper hurtigt pga. den høje temperatur. Der arbejdes derfor i at formindske vandforbruget med intelligente drypvandingssystemer. Man kan derved formindske fordampningstabet ved kunstvanding.

Der er også store vandbesparelser at hente ved at lægge fødevarerproduktionen, hvor vandet faktisk er, så man ikke behøver kunstvande. Man kan forbedre planters vandudnyttelse ved at forædle planter, så de er mere tørkeresistente og på den måde forbruger mindre vand.

Læs mere om vandforbrug i landbruget på vandetsvej.dk/vandforbrug-i-landbruget

Produktion kræver vand

Der bruges masser af vand til at producere fødevarer og tøj. I Californien er man begyndt at dyrke mange flere mandler, end man tidligere har gjort. Det har været stærkt medvirkende til massiv vandmangel og forbud mod at vande græsplaner derhjemme. I stedet er man mange steder begyndt at sprøjtemale græsplænerne, så de stadig kan se friske ud. Man har be-

regnet, at der skal bruges ikke mindre end 8 liter vand til at dyrke en enkelt mandel i Californien. Læs mere om vandforbrug i virksomheder på

vandetsvej.dk/vandforbrug-i-virksomheder.

I vandforbrugstabellen for udvalgte produkter er det tydeligt, at forædling af fødevarer og tøjproduktion kræver endog meget vand. Oksekød er suverænt den kødtype, som kræver mest vand at producere. Kyllingekød kræver mindre end ¼ så meget vand at producere.

I Politiken var en af overskrifterne den 17.7.2015 meget sigende: 500 gram kød kræver vand svarende til et bad hver dag i seks måneder.

Insekter er efterhånden et seriøst alternativ. Hvis flere spiser insekter i stedet for kød fra husdyr, kan vi samtidig mindske CO₂-udslippet. Mange i Afrika, Sydamerika og Asien er allerede i fuld gang. Nogle virksomheder i bl.a. Holland er også begyndt at opdrætte insekter til føde. Størstedelen af produktionen går dog til foder til husdyr og kæledyr. Kun en lille del går endnu til fødevare for mennesker.

Bugs

Der er mange fordele ved at spise insekter. Insekter kan bidrage til at mindske fødevaremangel og udslip af CO₂. Insekter er alle steder, formerer sig hurtigt, indeholder masser af protein, sunde fedtstoffer og vitaminer og de udgør kun en lille belastning for miljøet. Insekter udnytter foder effektivt til at producere protein. Fårekyllinger bruger kun 1/12 af den føde, som en ko behøver for at producere den samme mængde protein.

I dokumentarfilmen Bugs følger den danske dokumentarist Andreas Johnsen kokken Ben Reade på deres insektmission rundt i verden - en art kulinarisk roadmovie.

Se mere på filmens hjemmeside

bugsfeed.com/screenings og se filmtrailer på kortlink.dk/n9w7.

HAVET SLETTER IKKE ALLE SPOR

Renseanlæg

I filmklippet fra vandetsvej.dk - kortlink.dk/n79k gennemgås vandets vej gennem rensaanlægget.

Omdrejningspunktet for afsnittet er de forskellige rensprocesser på rensaanlægget: mekanisk rensning, sand- og fedtfang, biologisk rensning, kemisk rensning og efterklaring.

Brug med fordel slides fra vandetsvej.dk/rensning ved gennemgang af de forskellige processer.

Der er mange måder at rense spildevand på og metoderne varierer på enkelte punkter fra rensaanlæg til rensaanlæg. Spildevandet kommer igennem tre typer rensning på rensaanlægget: mekanisk rensning, biologisk rensning og kemisk rensning.

Spildevandet pumpes gennem kloakrør op til den mekaniske rensning på rensaanlægget. Spildevandet renses mekanisk med riste, skrabere og andre maskiner. I den mekaniske rensning er det første spildevandet møder en rist. Her tilbageholdes større ting, fx klude, bind og kondomer.

Herefter skrubes fedt væk fra overfladen og sand væk fra bunden i et sand- og fedtfang.

Spildevandet ledes videre til for-klaringstanken, hvor madrester, afføring mv synker til bunds og fjernes. Vandet er stadig forurenet af stoffer, som er opløst i spildevandet fx urin og sæbe og vaskemidler.

I den biologiske rensning fjernes nitrogen, en del af fosfaten og opløst organisk stof. Det kaldes biologisk rensning fordi bakterier æder urin, opløste madrester, afføring, rester af vaskepulver mv.

Det resterende fosfat fjernes ved kemisk rensning. Det foregår i luftningstankene. Spildevandet har nu passeret gennem alle rensbassinerne og ledes nu ud

i vandmiljøet - fx havet. Her bliver det en del af naturens vandkredsløb.

Læs mere om de forskellige processer på vandetsvej.dk/renseanlaeg.

Suppler evt. med film og arbejdsforslag fra Nørdekadamiet på DR Skole dr.dk/skole/fysik-og-kemi/vandrensning.

Elevforsøg

Undersøg vandet

Eleverne skal undersøge vandprøver fra forskellige lokaliteter. Eleverne skal undersøge vandprøvernes pH-værdi og for nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), fosfat (PO_4^-), sulfat (SO_4^-) og Calcium-ioner (kalk) (Ca^{++}). Eleverne skal også smagsteste drikkevadsprøverne og KUN drikkevandsprøverne.

Lad eleverne indsamle alle vandprøver og opbevar dem i køleskab til vandundersøgelserne foretages. Suppler evt. med vandhanevand med plantegødning. Fx Substral eller anden plantegødning til brug for stueplanter eller til havebrug.

Følg vejledningerne på æskerne med teststave. Analysesættene er enkle at bruge.

Lad eleverne notere resultater i skemaet på forsøgsarket. Sammenlign resultater og evt. fejlkilder og undersøg om vandprøverne holder sig inden for de tilladte grænseværdier.

Hvilke konsekvenser kan vi drage af klassens testresultater?

Fra lort til strøm

Det er ikke nogen nyhed, at byens affald kan genbruges. Inden vi fik rindende vand i hanerne og kloake-

ring i gaderne, blev afføring fra toiletterne indsamlet af datidens renovationsarbejder – natmanden. Natmanden tømte lokumsspanden om natten og genbrugte affaldet som gødning.

Senere hen blev natmanden sat til at rense gader for affald. Uvanen med at kaste sit affald ud på gaden blev gradvis ændret til, at man afleverede det til en vogn, der i dagtimerne blev trukket rundt. Når vognens kom gennem gaden, svingede kusken med en skralde, så man kunne høre ham. Heraf navnet *skraldemand*, og ordet *skrald* om affald.

På Lynetten udvinder man energi fra det slam, der sorteres fra under rensningen. Det føres over i kæmpe rådnetanke, hvor det ligger og udvikler metangas. Gassen bliver sendt direkte ud i det københavnske bygasnet, hvor det dækker omkring en tredjedel af den gas, byens borgere bruger til madlavning.

Gassen bruges også til fjernvarme. Når slammet er afgasset, bliver det tørret og brændt af i Lynettens eget forbrændingsanlæg. Slammet giver på den måde fjernvarme til at forsyne cirka 2.000 husstande.

Vandmiljø

I filmklippet fra vandetsvej.dk – kortlink.dk/n7xv fortælles succeshistorien om det rene vand i en del af vores vandmiljø. I dag er vandet i mange havne lige så rent som i en svømmehal på trods af at der ledes rensset spildevand fra rensaanlæg ud.

Regnvandsanlæg forklædt som skaterpark

Klimaet er ved at ændre sig så meget, at vores kloaker ikke er store nok, når det regner kraftigt eller der kommer skybrud. Derfor bygger man store overløbsbassiner, der kun bruges, når der kommer ekstra meget vand.

Ved skybrud kan Rabalder Parken i Roskilde rumme op mod 23.000 m³ vand. I perioder med mindre nedbør fungerer området som skaterpark

Nye kloaker

I den ældre boligmasse har boliger en kloak til alt spil-

devand - en en-strengt kloakledning. Regn- og spildevand løber i samme ledning og bliver blandet i en fælleskloak. Nye kloaker bygges som et to-strengt system, hvor regn- og spildevand holdes adskilt i hver sin ledning. Regnvand ledes ud i vandløb eller nedsiver, mens spildevand løber til et rensaanlæg. Herved kan man spare på rensaanlæggenes kapacitet. Der er ingen grund til at sende regnvand gennem rensaanlæg.

De nye Verdensmål

På FNs generalforsamling den 25. september 2015 vedtog verdens ledere 17 Verdensmål, der skal være opfyldt i 2030. De 17 Verdensmål skal udrydde fattigdom og sikre øget global lighed og en mere bæredygtig verden. Verdensmålene sætter bl.a. fokus på fattigdom og ulighed, sundhed og ernæring, uddannelse og en retfærdig verden, samt miljø og bæredygtighed.

Et af de centrale mål er Verdensmål 6 – Rent vand og sanitet.

Læs mere om verdensmålene på heleverdeni-skole.dk/de-17-maal.

Rent vand og sanitet

I tv-klippet fra Horisont, DR1, den 21.09.2015 vises problemer skabt af den kraftige monsunregn i Dhakas slum. Pigen Pinky og hendes veninder forsøger at gøre deres for, at forureningen i slumkvarteret bliver mindre - men det er en meget stor opgave.

Se klippet på DR Skole på kortlink.dk/n82c. Vær opmærksom på at ved første log-in skal Uni-login benyttes.

Klippet lægger umiddelbart op til en lang række spørgsmål.

- *Hvad kan der ske, når kloakvand oversvømmer huse?*
- *Hvorfor er det en god ide, at pigerne kortlægger forureningen i kvarteret?*
- *Hvilke ting i klippet vil vi kalde forurening? Opfattes det samme som forurening i Dhaka?*
- *Hvilken betydning kan det have, at det fælles toilet ikke længere duer?*

- *Hvad betyder det for børnene har det, at de ikke har adgang til rent drikkevand og toiletter?*

I klippet omtales monsunregn. Monsunregn er en årstidsbestemt regn. Monsun betyder årstid. Monsunregn giver meget store mængder nedbør i Asien og Østafrika. Sommermonsunen giver nogle af de største nedbørsmængder, der kendes på Jorden, men der er store forskelle fra år til år. I 2010 oplevede Pakistan voldsomme oversvømmelser pga. monsunregn. I 2011 var det Thailand og storbyen Bangkok, det gik ud over.

Monsunregnen dannes om sommeren bl.a. ved at kontinentet opvarmes kraftigt. Der dannes et kraftigt lavtryk og fugtig luft fra havet presses ind over land. Om vinteren dannes der omvendt et kraftigt højtryk over Centralasien. Vintermonsunen blæser fra land mod havet og er en tør vind.

FREMtidENS DRiKKEVAND

Tørke og oversvømmelse

Tv-klippene *Oversvømmelser i Cambodja*, 21 Søndag, den 4.12.2011 og *Tørken spreder sig*, TVA den 6.12.2011 viser tydeligt konsekvenser af klimaforandringerne.

U-landene er dem, der har bidraget mindst til den globale opvarmning, men de er hårdest ramt af forandringerne. De har ikke økonomien og beredskabet til at dæmme op for forandringerne. Det er dyrt at grave dybe brønde eller bygge diger, der kan modstå vandet og huse, der kan klare massiv regn eller beskytte mod varme. Samtidig stiger fødevarerpriserne markant, når høsten slår fejl pga. oversvømmelser eller tørke.

Se klippene på DR Skole på kortlink.dk/mbx4 og kortlink.dk/mbx5. Vær opmærksom på at Uni-login skal benyttes ved første log-in.

Diskuter hvilke konsekvenser klimaændringerne har for familierne, der fortælles om.

- *Hvad kan familierne gøre for at tilpasse sig klimaændringerne, så de ikke bliver nødt til at forlade deres hjem?*
- *Er det et problem at temperaturen stiger, og havisen ved nordpolen smelter?*
- *Hvilke fordele og ulemper vil det have for Danmark, Grønland og Verden, når havisen ved polerne smelter?*

I filmklippet på vandetsvej.dk – **Klimaet** opsummeres konsekvenserne for fremtidens vandforsyning i Danmark. Der lægges samtidig op til at værne om det rene vand og fælles ansvarlighed for vandmiljøet. Se filmklippet på kortlink.dk/n8e9

Elevforsøg

Forsøg med tørke og oversvømmelse

Forsøget illustrerer, hvordan tørke og oversvømmelse har betydning for dyrkning af afgrøder. Eleverne skal udsætte karse-planter for forskellig klimapåvirkninger.

I den sidste del af opgaven lægges op til klassesamtale om, hvordan landbruget kan tilpasse sig klimaændringer. Fx ved at dyrke planter der hører til under varmere eller vådere himmelstrøg. Eller ved at udvikle nye plantesoarter, der er mere modstandsdygtige over for klimapåvirkninger. Fx kornsorter der har et kraftigere aks, og derfor bedre kan klare sig mod blæst, eller kornsorter med flere eller større korn på hvert aks.

Elevforsøg

Isen smelter

Forsøget illustrerer på enkel vis, at afsmeltning af is på land bidrager mere til vandstandsstigning end smeltning af havis gør. Tal med eleverne om at afsmeltning af havisen accelerer, når processen først er kommet i gang, blandt andet på grund af *albedoeffekten* (refleksion af sollys).

Albedoeffekten kan forklare, hvordan det blotlagte mørke hav suger langt mere af solens energi til sig og derfor hurtigere bliver opvarmet. Det hænger sammen med, at sne og is reflekterer meget lys.

Sne og lys har en høj albedoeffekt på ca. 60 procent, mens en mørk overflade kun reflekterer lidt lys tilbage og har en lav albedoeffekt, fx reflekterer sort asfalt kun 4 procent af lyset. Albedoeffekten kan nemt illustreres ved at lade en lampe lyse på henholdsvis en mørk og en lys overflade.

Elevforsøg

Vandet stiger

Lad eleverne undersøge konsekvenser af vandstandsstigninger for nærområdet og for udsatte steder i den 3. verden.

Hvor er der store mængder af is og sne, som vil kunne få vandstanden i verdenshavene til at stige, hvis den smelter. Brug et verdenskort til arbejdet.

Med demonstrationsværktøjet Vandet Stiger på <http://flood.firetree.net/partner.php> – kortlink.dk/nakc kan eleverne undersøge, hvor meget vandstanden skal stige, for at oversvømme, hvor de bor? Zoom ind og ud ved at bruge + og – nederst til højre på kortet og juster havstigning i feltet øverst til venstre.

Lad eleverne undersøge og tal om hvilke landområder i verden, der er i stor fare for at blive oversvømmet?

- *Hvilke konsekvenser kan det have for dyr og mennesker på kort og på lang sigt?*

Kampen om vandet

Historisk set har vand skabt mange konflikter og krige. Hvem ejer vandet, der danner grænse mellem to lande? Har et land ret til at opdæmme vand i floder, der løber videre gennem andre lande?

De store religioner har ofte stået over for hinanden i kampen om vandet i Mellemøsten.

Arbejd evt. videre med problematikkerne i samfundsfag, historie og kristendom.

Dæmninger

Uanset om der bygges dæmninger for at producere elektricitet, kontrollere oversvømmelser eller opbevare vand indvirker bygningen økosystemet og landskabet, både negativt og positivt.

Konsekvenserne af at vende floderne Syr Darya og Amu Darya's løb i Centralasien fik vidtrækkende konsekvenser for Aralsøen.

Når der bygges dæmninger, og vandet forhindres i at passere, bliver vandets flow nedstrøms reduceret. Foran dæmningen opstrøms dannes et vandreservoir, fordi vandet bliver tilbageholdt. Her fordampes vandet

i højere grad, end når der løber i en naturlig flod, og samtidig gør det vandet i reservoiret mere saltholdig.

Dæmninger har også stor betydning for plante og dyreliv. Dæmninger blokerer for at fisk kan vandre op ad floder. Fx laks og ørreder der svømmer mod strømmen for at lægge æg ved flodens udspring.

Lifelink-vandpumpe

Grundfos har udviklet en vandpumpe, der pumper vandet op med hjælp fra Solen. Lifelink-vandpumpen pumper drikkevand op med strøm fra solceller. Se filmklip om Lifelink-vandpumpen på kortlink.dk/n8ep.

Lifelink-vandpumpen drives af solenergi og pumper grundvand op af jorden, som opbevares i en stor tank. Brugere af vandet betaler en mindre pris for vandet. Pengene dækker udgifter til vedligeholdelse af pumpestationen.

Den danske pumpekoncern Grundfos, blev hædret for pumpen på FNs klimatopmøde i Rio 2012 for en af verdens 100 bedste grønne løsninger.

Lifelink har opereret i Kenya siden 2009 og giver i dag mere end 100.000 mennesker adgang til rent drikkevand.

Dansk Røde Kors og Grundfos har indgået et partnerskab om at etablere vandprojekter i det nordlige Kenya. Vandprojekter er led i at forbedre mulighederne for at kæmpe sig ud af sult og fattigdom, som er en del af FNs 17 Verdensmål. Andre organisationer fx Unicef og Børnefonden arbejder også for at alle børn får adgang til rent vand.

Tal med eleverne om forskelle i livsvilkår?

- *Hvilken betydning har det for vores liv at have adgang til rent drikkevand?*
- *Hvilken betydning har det for sundheden? Levealderen?*
- *Hvad vil det sige at skulle gå flere kilometer hver dag efter vand?*
- *Hvor lang tid bruges der på at hente vand?*
- *Har I besøgt et land, hvor der ikke var rent drikkevand i vandhanen? Hvordan fik I rent vand?*
- *Hvor får vi rent vand fra i Danmark?*
- *Hvad bruger vi vand til? Hvordan kan vi spare på vandet?*

Lad eleverne afprøve på egen krop, hvordan det er at skulle gå flere kilometer efter vand hver dag. Mål en strækning på 2 km op. Fyld brugte 1 liter mælkekartoner med vand og lad eleverne gå den opmålte strækning med vandet. Hvordan føles det? Regn ud hvor lang tid det vil tage, hvis eleverne skulle hente 108 liter vand, som en dansker bruger i gennemsnit pr døgn.

Fra havvand til drikkevand - Afsaltning af havvand

Barcelonas drikkevandsforsyning er i høj grad præget af, at der flere gange i nyere tid har været akut mangel på drikkevand. Det har resulteret i, at man har bygget et af verdens største afsaltningsanlæg til afsaltning af drikkevand.

At afsalte havvand kaldes *omvendt osmose*. Omvendt osmose foregår ved at pumpe havvandet gennem membraner i stålrør. Membranerne har mikroskopiske små åbninger (porer) som fungerer som et filter. Havvandet hentes ind i rørene og sættes under højt tryk. Trykket presser de rene vandmolekyler gennem membranernes mikroskopiske åbninger.

Porerne i membranen er så små, at kun rent vand kan passere. Vandmolekylet (H₂O) er et af de mindste molekyler i flydende form. Det betyder, at salt (NaCl) og forskellige forureninger som bakterier, virus og andre stoffer ikke kan komme igennem membranen. De er alle større end vandmolekylerne.

Læs mere på vandetsvej.dk/havvand-som-drikkevand og i artiklen Kampen om det blå guld på nordeainvest.dk - kortlink.dk/nanu.

Vandbehandling i rummet

Både NASA og EAS har forskellige projekter om vandrensning i rummet.

På ISS – Den Internationale Rumstation – har man to vandgenanvendelsessystemer. Et system genindvinder vanddamp fra atmosfæren og bruges kun til drikkevand i nødsituationer. Et andet system genanvender al vand der benyttes på ISS. For at spare på vandet, bliver selv urin renses til drikkevand.

Rumstationens genbrugssystemer kan genan-

vende 93 procent af det vand, der bruges om bord. Der er al for dyrt at sende vand op til ISS.

På ISS renser man vand med omvendt osmose som i Barcelona. I rummet er der dog andre udfordringer end på landjorden. Der er ingen tyngdekraft og det indvirker på effekten af processen. Omvendt er der intet behov for tunge højtrykspumper, og processen kan drives udelukkende af solenergi. Læs mere hos ESA på kortlink.dk/nap6. Siden er engelsksproget.

Under Andreas Mogensens ophold på ISS i 2015 udførte han bl.a. videnskabelige eksperimenter med rensning af spildevand med en dansk udviklet membran. Membranen efterligner naturligt skabt drikkevand og benytter sig af en nano-teknologi, der kun kræver meget lidt energi. Pt. bruger man på ISS filtre der vejer op til 150 kg og som skal udskiftes jævnligt. Den nye teknologi er lettere og mindre energikrævende.

Basal kropshygiejne er også udfordret på ISS. Der er ingen bruser på rumstationen. På grund af tyngdekraften bruges i stedet vaskeklude og sæbe, der ikke skal skylles af. Samtidig motionerer astronauterne på motionscykler og sveder, så der kommer til at lugte.

ISS er et lukket miljø og man kan ikke lufte ud. Det svarer til, at man sætter tre mennesker ind i en lejlighed i et halvt år af gangen og aldrig lufte ud. Der lugter, men når astronauterne har været der en dag eller to, kan de ikke lugte det mere.

Grønne tage

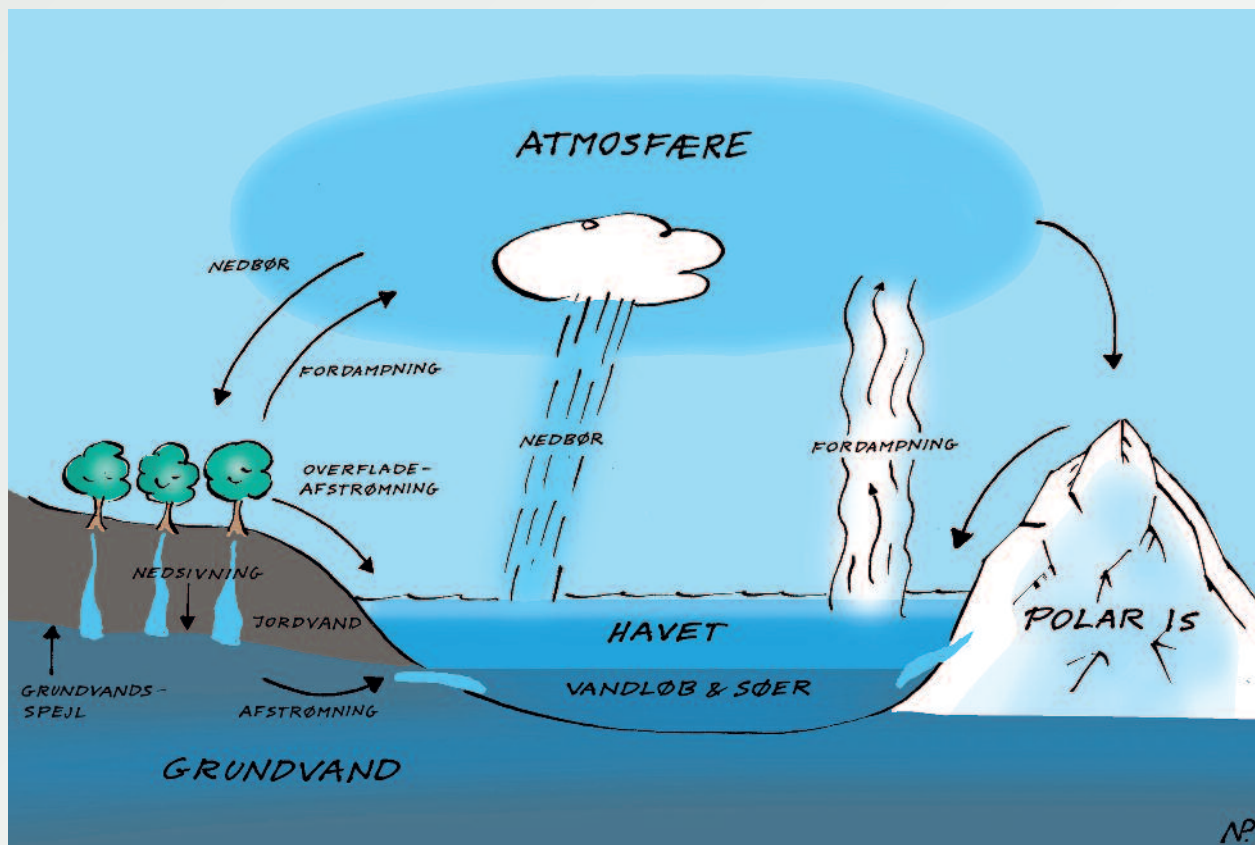
På laridanmark.dk – kortlink.dk/napr er oplyst de fleste vandtilpasningsprojekter i Danmark med link til at læse mere om de enkelte projekter.

Håndtering af regnvand så tæt på kilden kaldes LAR – Lokal Afledning af Regnvand, eller Lokal Anvendelse af Regnvand. Hjemmesiden Lar i Danmark har som mål at samle information og erfaringer med vandtilpasningsprojekter i Danmark. Se mere på laridanmark.dk.

Læs mere om klimatilpasning på vandetsvej.dk - vandetsvej.dk/klimatilpasning.

Bilag 1

Det løber rundt

**Tegn vandets kredsløb i stor format.**

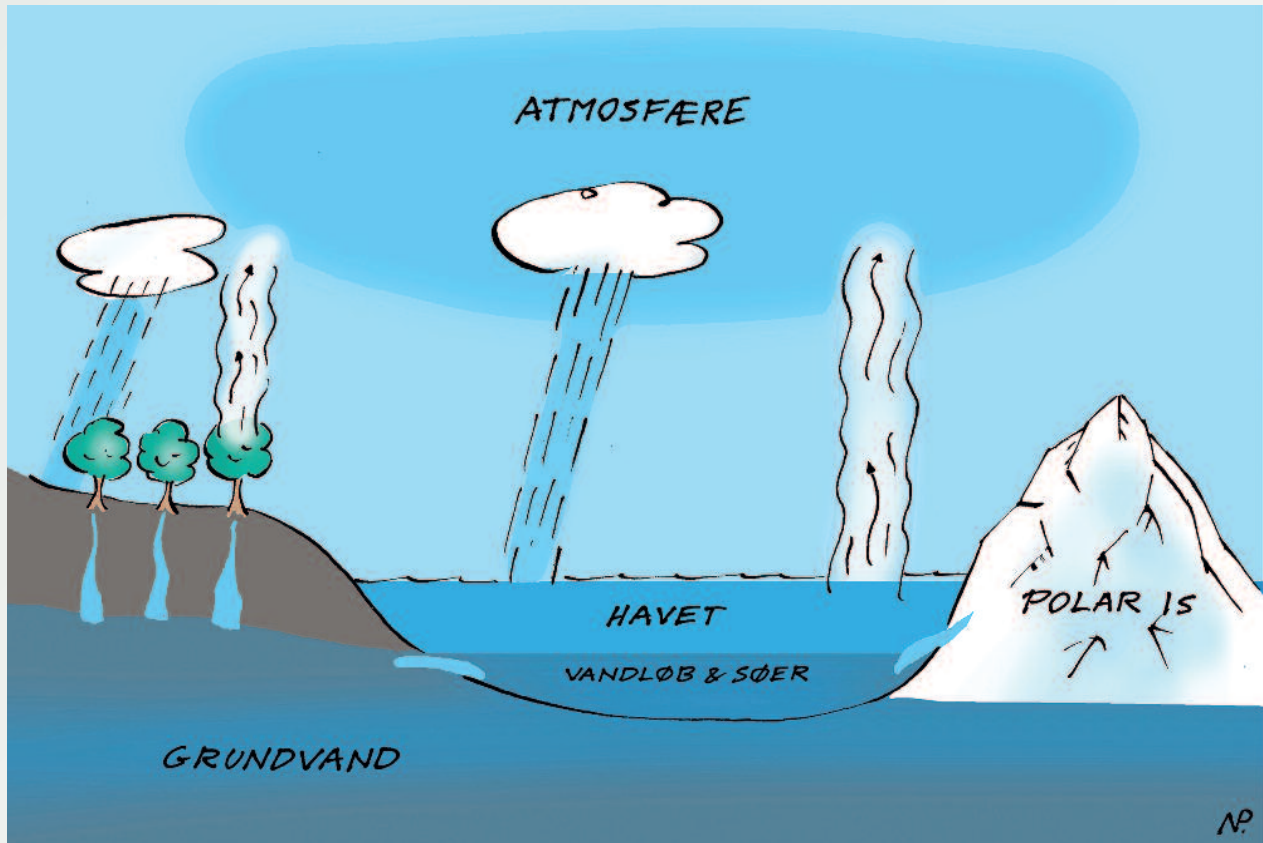
Sæt pile på der viser vandets vej gennem kredsløbet.

Fortæl om hvad der sker på vandets vej gennem kredsløbet.

Husk at bruge fagbegreber: fordampning, fortætning, nedbør, nedsivning og grundvand.

Bilag 2

Det løber rundt

**Tegn vandets kredsløb i stor format.**

Sæt pile på der viser vandets vej gennem kredsløbet.

Fortæl om hvad der sker på vandets vej gennem kredsløbet.

Husk at bruge fagbegreber: fordampning, fortætning, nedbør, nedsivning og grundvand.



SUPPLERENDE MATERIALE

Skolebesøg på vandværk

Skolebesøg på renseanlæg

vandetsvej.dk

Læs mere om skolebesøg på aarhusvand.dk/detblåguld

DET BLÅ GULD er gratis at benytte i undervisningen.

Find lærevejledning, elevhæfte med klikbar tilgang til filmklip

og fælles præsentation på storskærm på

aarhusvand.dk/detblåguld

DET BLÅ GULD

Biologi, fysik/kemi og geografi 7.-9. klasse

DET BLÅ GULD er et supplerende læremiddel til undervisningen i det fællesfaglige fokusområde Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer i naturfagene 7. – 9. klasse.

DET BLÅ GULD er struktureret i undertemaerne: Det løber rundt, Fra grundvand til drikkevand, Havet sletter ikke alle spor og Fremtidens drikkevand og indeholder korte elevtekster, masser af filmklip og arbejdsforslag.

Det overordnede mål med DET BLÅ GULD er at arbejde med den overordnede problemstilling – Hvordan sikrer vi rent drikkevand til alle i fremtiden? Ikke mindst i lyset af Verdensmål nr. 6 – Rent vand og sanitet til alle. Hvordan klarer vi det i en verden med klimaforandringer? Vi har masser af saltvand, men kan vi bruge det til drikkevand? Hvor får vi vores vand fra, og hvordan dannes vores drikkevand? Kan vi se på vandet, om det kan drikkes, og hvordan kan vi rense det?

DET BLÅ GULD arbejder med problemstillingen med biologifagets, fysik/kemifagets og geografifagets faglige briller. Suppler evt. ved at arbejde med problematikkerne i kulturfagene.

DET BLÅ GULD er gratis at benytte i undervisningen. Find lærevejledning, elevhæfte med klikbar tilgang til filklip og fælles præsentation på storskærm på aarhusvand.dk/detblåguld.

