

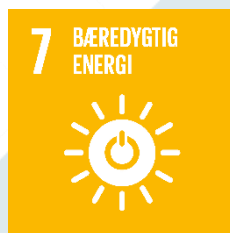
SPILDEVAND SOM FREMTIDIG RESSOURCE

I SAMARBEJDE MED BILLUND BIOREFINERY OG KRÜGER

I dette problembaseret projektforsøg skal I undersøge, hvordan spildevand kan være en ressource fremfor et problem. I får besøg af medarbejdere fra Billund BioRefinery og Krüger, der vil præsentere en virksomhedscase for jer og hjælpe jer med at opstille samfundsrelevante problemstillinger, I kan arbejde videre med på gymnasiet.

Desuden skal I besøge Billund BioRefinery, som er fremtidens renseanlæg, hvor I vil få indblik i de nyeste miljøteknologier indenfor vandrensning og biogas.

Afslutningsvis skal I præsentere jeres projekter og løsningsforslag for hinanden og medarbejdere fra Billund BioRefinery, som vil give feedback på jeres projekter.



FORLØBETS FASER

FASE 1: UDVIKLINGSWORKSHOP

Inden forløbet skal du som lærer deltage i en workshop med Tektanken og Billund BioRefinery. Sammen aftaler vi forventninger, faglig vinkel og datoer for forløbet.

FASE 2: BESØG AF MEDARBEJDER

Medarbejdere fra Billund BioRefinery og Krüger besøger jeres gymnasium, præsenterer en virksomhedscase og idegenerer med eleverne.

FASE 3: IDEGENERERING OG PROBLEMSTILLING

Eleverne udvikler en virksomhedsrelevant problemstilling i grupper, som de vil arbejde videre med og indsamler nødvendig viden til at danne løsningsforslag.

FASE 4: VIRKSOMHEDSRELATEREDE AKTIVITETER

I besøger Billund BioRefinery, Grindsted Landevej 40, 7200 Grindsted. Her vil I få indblik i fremtidens renseanlæg. Se program nedenunder.

FASE 5: PROJEKTARBEJDE

Eleverne arbejder videre med problemstillingen på gymnasiet og udarbejder et projekt, hvor læreren er vejleder.

FASE 6: PRÆSENTATION

Eleverne præsenterer deres projekter for hinanden, lærere og medarbejdere fra Billund BioRefinery.

FASE 7: EVALUERING

Forløbet evalueres med både elever, lærere og virksomheden.

Læs mere om forløbets faser og din rolle som vejleder [HER](#).



VIRKSOMHEDSCASE: BIOGASUDNYTTELSE

I stedet for at benytte fossile brændstoffer som olie, kul og naturgas kan man anvende biogas til at producere blandt andet varme og elektricitet. Biogas har stor betydning for landbrugets klimaregnskab, da man kan begrænse udledning af drivhusgasser markant ved at behandle husholdningsaffald, spildevandsslam og industrielt affald i et biogasanlæg som hos Billund BioRefinery. Når man anvender dette i et biogasanlæg, kan man opsamle og nyttiggøre metan i biogassen og på denne måde reducere udledningen af metan til atmosfæren.

Biogas er en blanding af kuldioxid og metan samt en lille del af andre gasser. Ved at nedbryde organisk materiale opstår biogasprocesser under lave iltforhold, som også er naturligt forekommende i f.eks. moser eller på dybt hav. Det stigende fokus på vedvarende og miljøvenlig energi har skabt ny interesse for biogasudnyttelse, da der er flere fordele f.eks., kan atmosfæren spares for store mængder af drivhusgasser og næringsstoffer kan udnyttes effektivt.

Biologisk nedbrydning sker i aerob eller i anaerobe forhold, hvor bakterier omdanner nedbrydeligt organisk stof til metan og CO₂. Slutproduktet under aerob nedbrydning er primært CO₂, hvor under anaerobe forhold er det primært metan.

I denne virksomhedscase kan eleverne undersøge, hvor meget biogas man kan udnytte af udvalgt biomasse, og hvor meget energi og fossile brændstoffer der kan erstattes. I kan f.eks. arbejde med følgende problemstillinger:

Problemstillinger (Biologi og Kemi)

- Hvad er forskellen mellem aerob og anaerobe nedbrydning?
- Hvad er fordelene ved at producere biogas fra madaffald?
- Hvorfor er det bedre at kontrollere processen og samle biogas i et biogasanlæg i stedet for at kassere madaffaldet på en losseplads?
- Hvilke mikrober er involveret i biogasprocessen og hvordan er symbiose mellem dem?
- Hvor meget biogas har elevernes madaffald produceret? Ift. vådvægt og tørstofindhold.

Biogaseksperiment

I forløbet kan I lave et eksperiment med biogas, hvor eleverne kommer i kontakt med udrådnit slam, derfor skal I på forhånd tjekke om der er behov for vaccination.

Udstyr til eksperiment:

- Glasflasker med gummi og metallås
- Vandbad til at holde glasflasker varme
- Stor sprøjte, gummislange og nåle til at måle biogasvolumen. Ellers kan man bruge inverteret måleglas som er nedsænket i vand. Eksperimentet skal laves i stinkskab, som er godkendt til eksplosionsfare, ellers skal forsøget være udenfor.
- Ovn til at måle tørstof i madaffaldet
- Laboratoriesikkerhedsudstyr: Handsker, briller, laboratoriejakke.
- I den første uge efter eksperimentets start, skal man kigge på flaskerne hver dag, fordi biogasproduktion er højeste der og hvis flere af flaskerne ikke er tømt for biogas, opstår der for højt tryk og de kan eksplodere.

Billund BioRefinery vil supplere med inoculum, som indeholder alle mikrober, som er nødvendige til biogasproduktion. Elever kan hente noget af deres madaffald, pulper af den, og se hvor meget biogas, der er produceret.

Læs mere om virksomhedscasen

- <https://eng.au.dk/forskning/laboratorier-og-faciliteter/forsoegsbiogasanlaeg/>
- <https://ens.dk/ansvarsomraader/bioenergi/biogas-taskforce>
- https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/perspektiver_f_or_produktion_og_anvendelse_af_biogas_i_danmark_november_2018.pdf
- <https://natureenergy.dk/sites/natureenergy.dk/files/media/document/Biogassektorens%20konkurrenceevne%20og%20bidrag%20til%20den%20gr%C3%B8nne%20omstilling%20%28ver.%203%29.pdf>

Kilde: Aalborg Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab (22.09.2020): Forsøgsbiogasanlæg [https://eng.au.dk/forskning/laboratorier-og-faciliteter/forsoegsbiogasanlaeg/fakta-om-biogas/]

VIRKSOMHEDSCASE: ELPRODUKTION FRA SPILDEVAND

Behandling af spildevand er energikrævende, men samtidig indeholder spildevandet i sig selv store mængder energi og næringsstoffer, som nye teknologier muliggør at udnytte bedre end hidtil. Billund BioRefinery er førende indenfor dette felt og producerer mere energi i form af biogas, el og varme end de forbruger.

Spildevand indeholder kulstof, som kan bruges til at genere energi, men almindelig spildevandsrensning kræver meget energi, da vi bruger energi til at fjerne kulstof med iltning. Mikrobiel Fuel Cells (MFC) bruger spildevand til at genere el og reducere energi brugt på spildevandsrensning samt genere energi ud fra det.

MFC har potentiale til at være fremtidens spildevandsrensningsmetode. Eleverne skal i denne case undersøge forskellige DIY reaktordesigns, der er på nettet, vælge et design, bygge den selv og få den til at virke. I kan undersøge forskellige elektrodematerialer og undersøge om der er forskel i forhold til energiproduktion. Ellers kan I undersøge påvirkning af elektrodens overfladeareal på elproduktion.

Problemstillinger (Fysik og Kemi)

- Vurder forskellige DIY reaktordesigns og argumenter for, hvorfor I har valgt dette designs.
- Hvilket materiale er bedst til elektroder – og hvorfor?
- Hvilket reaktordesign er bedst - og hvorfor?
- Hvilke spildevandsenheder er mest velegnede til elproduktion via MFC? (f.eks. pH)
- Hvor meget el har I produceret med jeres MFC? Hvad er det ift. ændring i kulstofkoncentrationen?
- Er elproduktion stabil hele tiden? Hvis ikke, hvorfor ændres den?
- Kan man bruge denne teknologi til elproduktion i stor skala? Forklar svaret.

Ekspæriment

I vil komme kontakt med industrielt spildevand, og I skal derfor undersæge om der er behov for vaccination.

Industrielt spildevand har lav pH-værdi, og derfor anbefales laboratoriesikkerhed: Handsker, briller og laboratoriejakke.

- Undersæg forskellige DIY-reaktorer og vælg en, som I selv vil bygge.
- Vurder om industrielt spildevand kan bruges direkte til at producere el.
- Tilsæt spildevand og mål hvor meget el, der produceres med et multimeter. Noter værdier i løbet af nogle timer/dage.
- Billund BioRefinery vil stille industrielt spildevand til rådighed.

Læs mere om virksomhedscasen

- https://mst.dk/media/150506/nettoenergiproduktion-i-vandsektoren_mst_december-2017.pdf
- <https://www.billundvand.dk/b%C3%A6redygtighed/billund-biorefinery/>
- <https://www.ee.co.za/article/microbial-fuel-cells-a-new-approach-to-waste-water-treatment.html>
- <https://ing.dk/artikel/riso-vores-braendsceller-laver-strom-af-halm-og-spildevand-83121>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZotwUJAb8R4>
- <https://www.youtube.com/watch?v=DVI6tMP-rOY>
- <https://www.instructables.com/id/DIY-Microbial-Fuel-Cell-easy/>

VIRKSOMHEDSCASE: GENANVENDELSE AF FOSFOR

Fosfor er et vigtigt næringsstof og på nuværende tidspunkt bliver størstedelen produceret i miner. Fosfor er blandt andet afgørende i den globale fødevareproduktion, hvor det anvendes til fremstilling af gødningsstoffer og er et essentielt næringsstof som findes i knogler, cellemembraner, DNA og stofskiftet. For at brødføde Jordens befolkning er det derfor vigtigt, at vi har adgang til nok fosforgødning, men der vil mangle fosfor inden for det næste århundrede. På den anden side kan fosfor give store miljømæssige udfordringer, da fosfor forurener vores vandmiljø.

Derfor er det nødvendigt at vi kigger på tilgangen til forbrug og genanvendelse af fosfor. Der er forskellige metoder og former til at genanvende fosfor. Hver metode og hver form har sin egne fordele og ulemper. Det er vigtigt at finde den optimale løsning, således man genanvender så meget fosfor som muligt.

I denne case kan eleverne undersøge hvad et renseanlægs funktion er i forhold til at genanvende fosfor og hvilke forskellige metoder der findes til fosfor genanvendelse samt hvilken metode der er mest optimal for Billund BioRefinery.

Problemstillinger (Kemi og Biologi)

- Hvorfor er det vigtigt at genanvende fosfor set fra et teknologisk, politisk og praktisk perspektiv? Sammenlign med kvælstof, som er et andet vigtigt næringsstof.
- Hvilke metoder findes der til at genanvende fosfor?
- I hvilke former kan man genanvende fosfor? Hvad er bedst og hvorfor?
- Hvordan kan man bruge Basic Mass Balance beregninger i fosforberegninger?
- Hvordan fungerer processen i Billund BioRefinery fra spildevandsrensning, energiproduktion og produktion af gødning fra spildevand og affald?
- Hvad er fosfor-flow og hvordan ændres fosfor i ovenstående processer ift. kemisk komposition?
- Hvad betyder det for miljøet, hvis man fjerner et renseanlæg som f.eks. Grindsted renseanlæg? Hvor meget næringsstoffer bliver udledt til vandområder og hvad er påvirkning på f.eks. alger?

Undersøgelse

Dette er en typisk undersøgelse, som ingeniører udfører, hvor man skal vurdere den mest optimale løsning ud af mange muligheder

- Undersøg hvilke forskellige teknologier, der er tilgængelige indenfor fosforanvendelse
- Vurder hvor man kan fjerne fosfor i Billund BioRefinery, og derefter vurder hvad den mest optimale metode er, herunder hvad giver den største mængde af fosfor og hvad er den mest praktiske løsning.
- Undersøg hvor meget kunstig fosfor kan man erstatte med den valgte genanvendelsesmetode.
- Billund BioRefinery stiller flow chart og data for fosfor-flow gennem systemet til rådighed.

Læs mere om virksomhedscasen

- https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-5/AN5-2019-phosphor-udfordring.pdf
- <https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2019/jun/fokus-paa-fosforanvendelse-i-spildevandssektoren/>
- <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/06/978-87-7038-083-6.pdf>
- <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2015/04/978-87-93352-14-8.pdf>

FAGOMRÅDER OG SAMFUNDSRELEVANTE PROBLEMSTILLINGER

Der er mange gode grunde til at arbejde med samfundsrelevante problemstillinger, da kan det motivere og engagere eleverne, når de oplever, hvad gymnasiefagene kan bruges til i virkeligheden.

Nedenstående problemstillinger er ideer til mulige problemstillinger, I kan arbejde med på tværs af fag eller i specifikke fag:

Kemi

- Udnyttelse af biogas
- Kemiske analyser på forskellige delstrøm i Grindsted Renseanlæg: klorid, sulfat, fosfor og TKN.
- Genanvendelse af fosfor
- Test af naturlige materialer til erstatning af polymerer for koagulation

Biologi

- Identifikation af bakteriegrupper i luftningstanke og deres egenskaber
- Optimering af fosforindvinding fra forskellige strømme i Billund BioRefinery

Fysik

- Elproduktion fra spildevand vha. forskellige elektroder, herunder mikrobrændselsceller fra koncentreret industrielt spildevand eller fra slam

Teknologi

- Fordele og ulemper ved et spildevandsanlæg: Hvor mange næringsstoffer bliver udledt til vandområder og hvilken indvirkning har alger

VÆR GODT FORBEREDT

Din rolle som lærer er at facilitere projektarbejdet på gymnasiet og stå for praktiske aftaler med Tektanken og virksomheden. Gode råd:

- Find relevant materiale som kan benyttes i forløbet og som kan understøtte elevernes projektarbejde. Du kan evt. benytte **undervisningsmaterialer fra DTU Miljø**
- Fremhæv sammenhængen mellem fagene i gymnasiet og virksomhedscasen for eleverne.
- Læs mere om problembaseret projektarbejde, forløbets faser og din rolle som vejleder **HER**.

STOCKHOLM JUNIOR WATER PRIZE

Eleverne kan efter deltagelse i forløbet indsende deres projekter til konkurrencen Unge Forskere, og dermed få chancen for at repræsentere Danmark i den internationale konkurrence Stockholm Junior Water Prize, hvor gymnasieelever fra hele verden dystes om at have det bedste vandprojekt.

Læs mere om Stockholm Junior Water Prize HER.

PROGRAM TIL VIRKSOMHEDSBESØG

Adresse: Billund BioRefinery, Grindsted Landevej 40, 7200 Grindsted. Dato og tid aftales med Billund BioRefinery.

09.00-09.10	Velkommen til Billund BioRefinery
09.10-10.20	Rundvisning på Fremtidens renseanlæg
10.20-10.50	Eleverne har mulighed for at stille spørgsmål til deres projekter
10.50-11.00	Opsamling og tak for i dag