

Kaskelot

august 2018 – nr. 221

Mikrobiologi

15

Bakterier i
fødevarer – ven
eller fjende?

20

Virus:
Fortidens dræber –
fremtidens healer

32

Jagten på
de gode
bakterier





Kaskelot nr. 221
Medlemsblad for Biologiforbundet

Redaktør
Anne-Mette Høeg Andersen
26 81 61 13
redaktoer@kaskelot.dk

Redaktion
Anne-Mette Carlsson, Carl Chr. Kinze,
Charlotte Trolle Olsen, Erik Riis Svendsen,
Hanne Grøn, Karsten Elmose Vad, Mads Nissen
og Søren Rafn

Formand for Biologiforbundet
Brian Ravnborg
Ingersvej 27
9800 Hjørring
72 69 08 55
formand@biologiforbundet.dk

Layout
Grafisk Produktion Odense

Tryk
Grafisk Produktion Odense
Oplag: 2050 eksemplarer

Foto
Colourbox, medmindre
andet er angivet

Næste numre udkommer
Nr. 222 15. oktober 2018
Nr. 223 14. december 2018

Kontingent
Kontingent 310 kr. pr. år
Institutioner 465 kr. pr. år
Studerende 190 kr. pr. år

Ekspedition
Biologiforbundets sekretariat
Peder Skrams Vej 4,
5220 Odense SØ
86 96 36 35
9-15 på hverdage
kontakt@biologiforbundet.dk
www.biologiforbundet.dk

Artiklerne i bladet giver ikke nødvendigvis
udtryk for Biologiforbundets holdninger

Forsidefoto: 3d visualisering af
svineinfluenza virus H1N1. Colourbox.

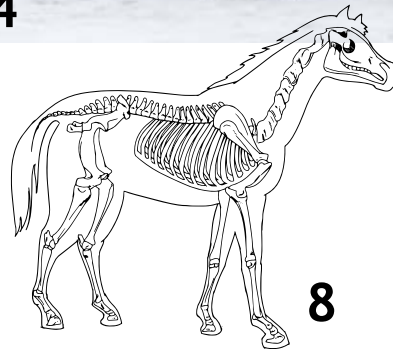
ISSN 0106-0023



4



15



8

- 3 // **Leder**
- 4 // **Videnskabet**
- 8 // **Artikelserie om
komparativ fysiologi:
Skelet, knogler og led**

TEMA

- 14 // **Mikrobiologi**
- 15 // **Bakterier i fødevarer
– ven eller fjende?**
- 20 // **Virus: Fortidens dræber
– fremtidens healer**
- 24 // **Bakterier i undervisningen**
- 28 // **Skal der drikkes
øl i skolen?**
- 32 // **Masseeksperiment
2018: Jagten på de
gode bakterier**
- 36 // **6 forsøg om mikrobiologi**
- 38 // **Inspiration til undervisning
i mikrobiologi**
- 40 // **Animationer af
Naturens Fænomener**
- 44 // **Marsvinesafari 2018**
- 46 // **Biologimarathon 2018**



28



32



44

Elever kender ikke forskellen på kompetencer

Et skoleår har sin gang, og som udskolingslærer afsluttes det ofte med afgangsprøver – enten som eksaminator eller censor. Det giver anledning til refleksioner. Man kan naturligvis ikke dømme al undervisning på, hvad man erfarer over et par dage, men måske kan det alligevel give et fingerpeg.

Årets refleksioner går på elevernes undersøgelseskompetence. Undersøgelseskompetencen er måske den mest grundlæggende af de naturfaglige kompetencer og fortsat en udfordring for mange elever. At kunne opstille hypoteser, at observere og indsamle data, at arbejde systematisk med variabelkontrol mm.

De fleste elever viser, at de kan arbejde praktisk. Men alt for ofte bliver det i bedste fald modeller, eleverne får lavet – modeller af vindmøller med tilfældig vingetype eller -antal, biogasanlæg, mekanisk nedbrydning af plast i en blender, generatorer osv.

Mange elever bliver overrasket, når de opdager, at det praktiske arbejde, de troede, var en undersøgelse, er en model. Eleverne kender ikke forskellen!

Det kan ikke forventes, at alle elever kan gennemføre komplekse og selvdesignede undersøgelser. Men at elever kan se forskel på undersøgelser og modeller må være ret grundlæggende.

Dette vil formodentlig også øge elevernes fokus på at vælge gode undersøgelser til deres egen problemstilling. Men hvordan gør vi det?

Naturfagslærere på 8.- 9. klassetrin er ofte pressede af faglige mål og prøveforberedelse. Det er derfor nødvendigt, at de naturfaglige kompetencer bliver tydelige for eleverne tidligt. De naturfaglige kompetencer er fælles for natur-teknologi, biologi, geografi og fysik-kemi. Det må være et fælles anliggende for naturfagsteamet at hjælpe hinanden med at planlægge, hvordan alle de naturfaglige kompetencer bliver udviklet hos eleverne, og at eleverne bliver i stand til at kende kompetencerne fra hinanden.

Hvis fagteamet har brug for inspiration eller hjælp, har mange kommuner ansat naturfaglige konsulenter, der kan støtte naturfagsteams på skolerne. Derudover kan man benytte de kommunale, naturfaglige netværk, hvis der er et sådan til rådighed.

Rigtig god arbejdslyst det kommende skoleår.

Hanne Søgaard Grøn, Biologiforbundets bestyrelse.

Over en femtedel af pattedyr er flagermus

Vi kender nu 6.495 arter af pattedyr og intet mindre end 1.386 af dem er flagermus. Det fremgår af en stor optælling af amerikanske forskere fra blandt andet Boise State University.

En ting er, at der er mange arter af flagermus, men flagermusene er også meget forskellige og spænder fra den lillebitte humlebliflagermus på cirka 3 cm til store flyvende hunde med vingefang som en voksen mand.

Med evnen til at flyve trængte flagermusene ind på fuglenes domæne, men

fugle er visuelle dyr, og de fleste stopper med at lede efter føde, når det bliver mørkt.

Desuden har nattehimmelen den store fordel, at den næsten er fri for rovdyr, så flagermusene fandt en 'Edens have' uden farer og med et bugnende tag-selv-bord.

„Det er jo opskriften på, at man kan udbrede sig helt vildt,“ siger Lasse Jakobsen, som forsker i flagermus ved Syddansk Universitet.



Flagermusene er formentlig opstået i kølvandet på den store masseuddøen for 65 millioner år siden, hvor de store dinosaurer forsvandt, og mange pattedyrlinjer blomstrede op (Videnskab.dk).

Studie:

Planter 'taler' til hinanden med rødderne

Planter kan snakke sammen ved hjælp af kemiske signaler, som de udskiller fra rødderne. Det konkluderer svenske forskere fra Sveriges Lantbruksuniversitet i et nyt studie.

„Vores studie peger for første gang på, at planters kommunikation med hinanden kan blive ændret ved interaktioner mellem planterne, eksempelvis berøring gennem blad til blad-kontakt over jorden, og at denne kontakt over jorden stimulerer kommunikation mellem planterne under jorden,“ fortæller Velemir Ninkovic, der er seniorforsker ved Sveriges Lantbruksuniversitet.

I forskningen har den svenske forsker børstet majsplanter med en make-up-børste i ét minut om dagen i en uge og efterfølgende undersøgt, hvordan det påvirkede andre planter.

I det ene forsøg lod forskeren først de børstede majsplanter vokse i en uge i et vækstmedie, og bagefter plantede han andre majsplanter i vækstmediet for at se, om de første majsplanter havde udskilt nogle stoffer i mediet, som påvirkede væksten af de næste planter.

Forsøget viste, at de planter, som efterfølgende blev plantet i vækstmediet, udviklede flere blade og færre rødder end kontrol-planter (Videnskab.dk).



Europæiske sangfugle kommer fra Afrika

Både trækkende sangfugle og europæiske sangfugle stammer fra Afrika. Det konkluderer forskere fra blandt andet Universitetet i Lund i et nyt studie. Forskerne har længe diskuteret, om europæiske trækfugle kom fra Afrika eller omvendt.

For at finde svaret rekonstruerede forskerne i det nye studie udbredelsen af mere end 1.300 europæiske og afrikanske sangfuglearter i løbet af de seneste 45 millioner år, på baggrund af hvor de lever nu og deres genetiske slægtsforhold.

De opdagede, at de residerende sangfugle har afrikanske forfædre, hvilket peger på, at koloniseringen skete 'ud af Afrika' og til Europa.

Forskerne undersøgte samtidig fuglenes immunsystemer, og det viser sig, at trækfuglenes immunsystemer er mere sårbare over for patogener, end de fuglearter, der lever i Afrika hele året.

Måske flygter trækfuglene fra Afrika dermed fra de Afrikanske patogener i ynglesæsonen, når de er mest sårbare og skal bruge ressourcerne til at forplante sig, foreslår forskerne (Videnskab.dk).



Humblebier holder varmen i gamle musereder



Der er egentlig for koldt til humlebien i Danmark, men i stedet for at flytte ud har den fundet en genial måde at klare kulden på.

Dronninger af humlebier søger forladte, velisolerede musereder for at stifte familie, og en velisoleret rede gør det nemmere for dronningen og den senere familie at holde på varmen. Det viser forskning fra Aarhus Universitets Institut for Bioscience.

I fuglerederne kan humlebieerne ikke bare holde varmen, men også hæve temperaturen med op til 15 grader.

Humblebieerne ruger på deres æg, lidt ligesom fuglene. Men i stedet for at lægge sig oven på æggene, vibrerer de deres flyvemuskler, og det udvikler varme.

Når de første arbejdere er klækket, kan humlebieerne hæve temperaturen endnu

mere. Faktisk kan humlebieerne varme boet op til hele 32 grader, selvom de omgivende temperaturer kun er 10 grader.

Mennesker kan hjælpe humlebieerne på vej ved at sikre et stort flor af nektarrige blomster i haver, vejkanter, marker og markskel, så bierne kan ruger mest muligt og ikke skal forlade deres æg og larver for hyppigt, påpeger forskerne (Videnskab.dk).

Kongepingviner kan blive klimaflygtninge

Kongepingvinerne kan i nær fremtid komme under pres, fordi klimaforandringer vil ændre deres levesteder. Det konkluderer forskere fra blandt andet Universitetet i Oslo i et nyt studie.

„Vores model forudsiger, at i slutningen af dette århundrede vil 70 procent af kongepingvinerne ikke længere kunne leve på de øer, hvor deres kolonier er i dag,“ fortæller italienske Emiliano Truchi, som er forsker og genetiker ved Ferrara Universitetet i Italien og gæsteforsker ved Universitetet i Oslo.

Konklusionen er overraskende, eftersom kongepingvinerne i øjeblikket ikke anses som truede med en population på

omkring 1,1 millioner ynglepar på verdensplan.

Forskerne bag det nye studie forudsiger, at der i de kommende årtier vil blive for stor afstand mellem kongepingvinernes unger i kolonien og det sædvanlige 'spisekammer' – altså Den Antarktiske Polarfront, – fordi denne front vil flytte tættere på Sydpolen.

Den gode nyhed er imidlertid, at det nye studie identificerer flere nye

øer, som med stigende temperaturer vil blive isfri og dermed potentielt set kan blive nye ynglesteder for kongepingvinerne (Videnskab.dk).



Studie:

Om 200 år er det største landlevende pattedyr en ko

Hvis udviklingen fortsætter i samme tempo som nu, vil koen være det største landlevende pattedyr på Jorden om 200 år.

Det konkluderer forskere fra en række amerikanske universiteter, der har set på data for de store landlevende pattedyr.

For omkring 50.000 år siden begyndte de store pattedyr at uddø i stor stil. Det gælder forhistoriske dyr som mammut, kæmpedovendyr, kæmpebæltedyr og uldhåret næsehorn.

I det nye studie finder forskerne en klar sammenhæng mellem de uddøde dyr og en skelsættende begivenhed i Jordens historie: Menneskets udbredelse fra Afrika.

„Med dette studie burde det efterhånden være slået fast med syvtommerssøm, at det massive tab af store dyr kaldet megafauna – for eksempel mammuter, sabelkatte og kæmpedovendyr – i den nyere fortid, og som desværre fortsætter den dag i dag, kan tilskrives mennesket, primært jagt, og ikke har noget med



klimaændringer

at gøre“, siger professor

Jens-Christian Svenning fra Institut for Bioscience, Aarhus Universitet.

I dag findes de meget store pattedyr som giraffer, næsehorn, flodheste og elefanter næsten kun i Afrika (Videnskab.dk).

Et ulvedrab er et for meget

Efter næsten 200 års fravær blev ulven igen set i Danmark i 2012, hvor den indvandrede fra Tyskland og Polen (læs KASKELOT #209 temanummer om ulven & hunden). Siden 2013 har der etableret sig en mindre ulvebestand i Jylland, som er blevet genstand for stor debat i de danske medier og blandt de lokale, der bor tæt på ulvene.

To dyrlæger og forskere, professor, dr.med.vet. Christian Sonne og lektor, ph.d. Aage Kristian Olsen Alstrup fra Aarhus Universitet har i tidsskriftet NATURE kommenteret den opildnede danske debat under titlen *One wolf shot in Denmark is one too many*. De to forskere maner til besindighed, ikke

mindst hos landets politikere, således at ulvedrab i april 2018 ved Ulfborg ikke gentager sig.

Bestanden af ulve er begrænset til omkring otte indvandrede ulve og et enkelt eller to kuld ulvehvalpe. Der er, ifølge de to forskere, brug for en fordomsfri diskussion omkring, hvordan både ulven og de berørte fåreavlere sikres gode forhold for sameksistens, og samtidigt skal Danmark leve op til sine internationale forpligtelser til at beskytte ulvene. Endvidere peger de to forskere på, at der er brug for yderligere forskning i ulven,

herunder brug af satellit-mærkning, således at ulvenes adfærd og vandringer kan kortlægges.

Aage Kristian Olsen Alstrup, som selv er bosiddende i Vestjylland, peger på, at man skal tage det seriøst, når lokalbefolkningen føler sig nervøse, men at man ikke gør det ved at opildne til frygt og had.

Den unge hunulv ved Ulfborg få timer før, den blev skudt



Fisk har to sæt ribben,
men uden brystben.
Kraniet kan ikke bevæge
sig i forhold til kroppen.
Brystfinnerne er
ophængt til kraniet



Artikelserie: Komparativ fysiologi

Skelet, knogler og led

Af Aage Kristian Olsen Alstrup & Tobias Wang

Der lever hvirveldyr i såvel vand, på land som i luften. I vand bæres kroppen oppe af vandet, mens dyrene selv skal bære kroppen på land. I luft udsættes kroppen for ekstreme påvirkninger under flyvningen, som stiller særlige krav til den fysiologiske tilpasning. Dette har i høj grad indflydelse på, hvordan dyrenes skeletter, muskulatur og led er udformede

Skelettet er kroppens hårde strukturer, hvor musklerne typisk er fæstnet på en måde, så bevægelserne skabes i de led, hvor de enkelte knogler mødes. Hos de fleste hvirvelløse dyr ligger skelettet uden på kroppen, det såkaldte exo-skelet og danner dermed en beskyttelse af alle kroppens bløddele. Den eksterne struktur er ofte relativ tung og giver problemer, når dyret vokser, fordi det er nødvendigt at skifte "ham", og nogle forskere mener desuden, at exo-skelettets hårde skal begrænser sanseapparatets udvikling. Man kan i hvert fald konstatere, at alle de store, nulevende dyr på kloden har et internt endo-skelet. Hvirveldyrenes endo-skelet er således en intern struktur, der primært er involveret i at befordre kroppens bevægelser, og hvor kraniet spiller en vigtig rolle i beskyttelsen af hjernen.

Hvirveldyrenes indre skelet modsvarer det ydre skelet hos de hvirvelløse dyr, men det har ingen fælles evolutionær oprindelse.

Skelettet

Hvirveldyrene (på latin: *vertebrater*) har fået navn efter deres hvirvelsøjle (*columna vertebralis*), som består af en streng af

hvirvler strækkende fra kraniet til halen, og som omslutter og beskytter rygmarven. Hvirvelsøjlen er en videreudvikling af den rygstreng (*chorda*), som kan findes hos alle *chordaterne*, der er den dyrerække, som hvirveldyrene tilhører. Hvirvelsøjlen består af en række hvirvler, som er lavet af enten brusk, forbenet

brusk eller knoglevæv. Tilsammen danner hvirvelsøjlen en leddelt stav, der afstiver ryggen. Forrest findes kraniet, der er dannet af en række enkeltknogler, der blandt andet beskytter hjernen og understøtter munddelens bevægelser. Sammen

med ribben og brystben danner hvirvelsøjlen og kraniet det, som kaldes for det *aksiale skelet*. Det resterende skelet udgøres af lemmernes knogler og kaldes derfor for *lemmeskelettet*. Knoglevæv findes i to former: dels som en forbening af bindevævsceller, der kendes hos alle hvirveldyr (fx vores kranieknogler) og som en forbening af bruskvæv, der evolutionært først opstod senere, men som i dag er den metode, hovedparten af vores knogler dannes på. Hvirveldyrenes indre skelet modsvarer det ydre skelet hos de hvirvelløse dyr, men det har ingen fælles evolutionær oprindelse.

Knoglerne er et levende organ

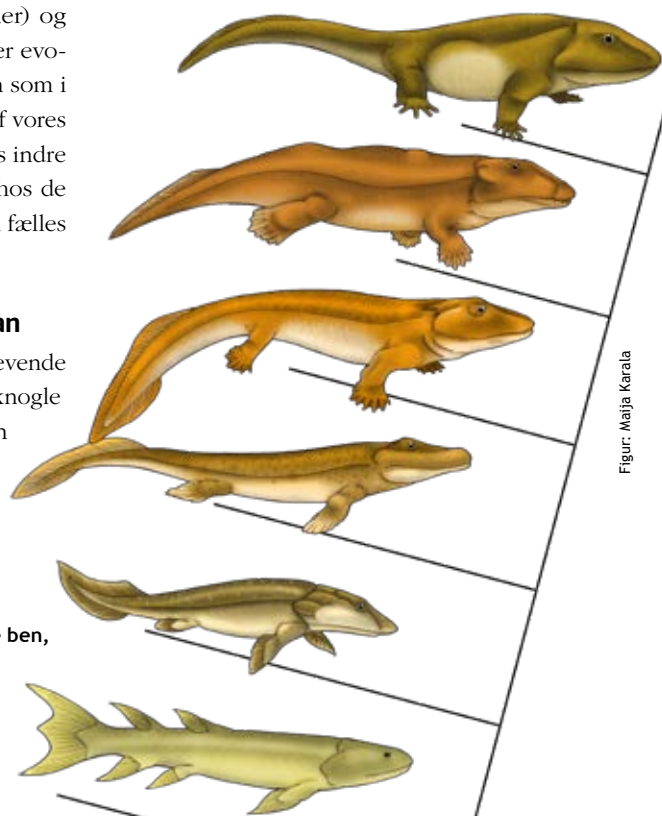
Hvirveldyrenes knogler består af levende celler (osteocytter; *osteo* betyder knogle på latin), der ligger indlejret i en materialiseret matrix af kollagen og andre organiske molekyler. Mineralisering er primært i

De landlevende dyr med fire ben, tetrapoderne, har udviklet sig fra de kvastfinnede fisk, der blandt andet omfatter lungefiskene. Et liv på land har krævet udvikling af et solidt skelet og bækken, der kunne understøtte gangen på fire ben

form af hydroxyapatit – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ og calciumfosfat. Kollagen består af tre lange proteiner, som nærmest er vævet ind i hinanden og derfor giver knoglerne en eftergivelse, mens hårdheden og den medfølgende trykstyrke skabes af hydroxyapatiten. Udover osteocytter indeholder knoglerne to specialiserede celletyper, osteoblaster og osteoklaster, der henholdsvis opbygger og nedbryder knoglerne. På den måde kan den levende knogle heles efter brud, og knoglemassen kan tilpasses. Knoglernes celler er forsynet med blodkar, der ledes ind til midten af knoglen, hvor de ligger sammen med nerver i et system af såkaldte Haverske kanaler.

Hvordan opstod endo-skelettet?

Med en opbygning af hydroxyapatit og varierende mængder af kollagen, samt andre organiske molekyler, ligner knoglerne både brusk (som indeholder meget kollagen og næsten ingen hydroxyapatit) og tændernes emalje, hvor dentinen overvejende består af hydroxyapatit. Lig-



Figur: Maija Karala

Serie om komparativ fysiologi

Dette er den elvte artikel i serien om komparativ fysiologi hos hovedklasserne af hvirveldyr. Tidligere er bragt artiklen om nervesystemet og hjernen (Kaskelot #211), nyrerne og andre ekskretionsorganer (Kaskelot #212), respirationsorganerne (Kaskelot #213), immunforsvaret (Kaskelot #214), hørelsen (Kaskelot #215), mavetarmsystemet (Kaskelot #216), huden (Kaskelot #217), kønsorganer og fostre (Kaskelot #218), hjertet og kredsløbet (Kaskelot #219) og synssansen (Kaskelot #220).



Foto: Oleg Tarabanov

Ichthyostega er det ældst-kendte firbenede landdyr (tetrapod), som levede i Grønland for omkring 360 millioner år siden. Den gik rundt på fire ben, og bagbenene havde syv tæer. Bækkenet var kraftigt udviklet og sad fast på røgsøjlen. Den havde endvidere et nakkeled, der gjorde den i stand til at dreje hovedet

hederne i opbygning og molekylær sammensætning mellem tænder og knogler har længe indikeret en fælles oprindelse. Men, det har vist sig meget svært at identificere, hvordan kroppens hårde strukturer er opstået. Nogle af de tidligste hårde strukturer kaldes odontoder, som betegner små plader i huden, der kunne give en beskyttelse mod rovdyr. Desuden kunne man forestille sig, at disse odontoder gav ophav til tænder, og der kører en heftig debat blandt evolutionsbiologer om, hvorvidt tænder gav ophav til skelettet, eller om kausaliteten er den anden vej rundt. Med andre ord, opstod tænderne inden der opstod beskyttende benplader i huden? Blandt de nulevende rundmunde (lampretter og slimål), de mest oprindelige hvirveldyr, består det svagt udviklede skelet udelukkende af brusk, mens de dog har forhornede tænder på tungen.

Musklerne

Dyr adskiller sig fra planter ved at kunne bevæge sig, og dette foregår ved hjælp af muskler. Musklerne kan gennem kontraktion få knoglerne til at bevæge sig indbyrdes. Musklerne er tilhæftet til knoglerne gennem sener. Typisk har en

muskel tilhæftninger til to forskellige knogler, som den så kan bevæge i forhold til hinanden. Dette gælder for de såkaldte *tværstribede muskler*, som har fået navn efter, at den enkelte muskeltråd under et mikroskop har et tværstribet udseende. Muskeltrådene holdes sammen af bindevæv og danner tilsammen selve musklen. De tværstribede muskler har vi selv herredømmet over, når vi eksempelvis bøjer armen med biceps-musklen.

Leddene er knoglernes hængsler

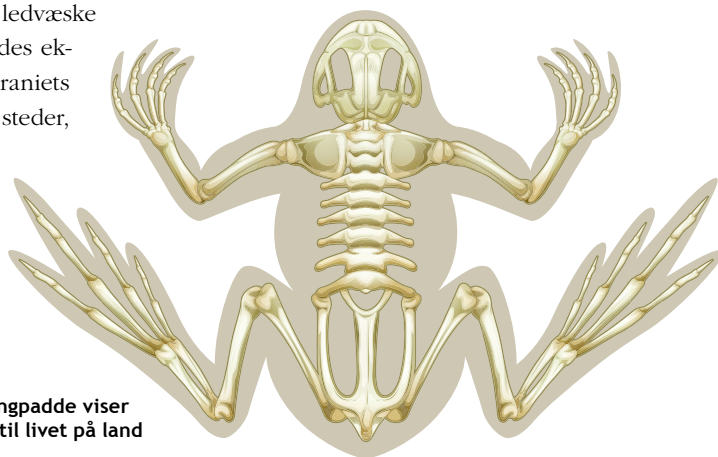
Leddene er knoglernes hængsler, således at de er bevægelige i forhold til hinanden, når musklerne trækker i dem. Leddenes udformning afhænger af deres funktion, altså af hvordan knoglerne skal kunne bevæge sig i forhold til hinanden – for eksempel kan knæets hængsel kun bøje sig i et plan (frem og tilbage), mens hoftens kugleled kan bevæge sig i to planer (rottere i en cirkel). Leddene kan indeholde en ledhule med ledvæske og ledkapsel, og så kaldes de for ægte (*synoviale*) led. Sådanne led kendes særligt fra landlevende dyr, som kræver både stærke og effektive led. Ledkapslen holder sammen på ledet og kan være forstærket gennem ledbånd. Knæet er særligt udsat og er nok derfor forsynet med korsbånd inde i ledet, som tjener til at øge styrken. På indersiden af ledkapslen findes synovialmembranen, som producerer den tykflydende ledvæske, der smører leddet og ernærer ledbrusken på knogleenderne. De uægte (*synarthrose*) led har ikke ledhule, ledvæske og ledkapsel. De findes eksempelvis imellem kraniets knogler og lignende steder, hvor leddene kun i meget begrænset omfang skal kunne bevæge sig i forhold til hinanden.

Fisk

Fisk holder sig flydende i vandet, og derfor har de, i mindre omfang end dyr på land og i luften, brug for et stift skelet. Hos bruskfiskene, altså hajer og rokker, består hvirvellegemerne af brusk, som holdes sammen af elastiske elementer fra den oprindelige rygstreng. Hos benfiskene består hvirvellegemerne derimod af knoglevæv, som tillige opadtil er forsynet med torntappe, der bruges til fæste af muskulatur (halehvirvlerne har tillige torntappe vendende nedad). Fiskene har to sæt ribben men ingen brystben. Kraniet kan stort set ikke bevæge sig i forhold til kroppen, og brystfinnernes ophæng er forbundet til kraniet. Bugfinnerne er derimod ikke forbundet til det øvrige skelet.

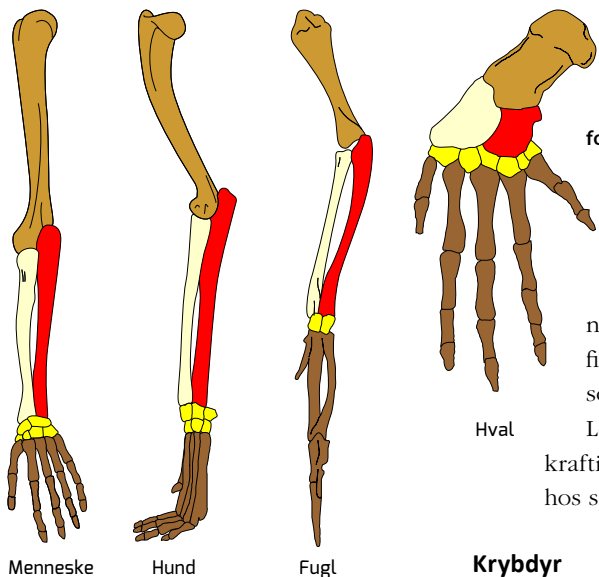
Padder

Det ældste firbenede landdyr vi kender til er store salamanderlignende padder (*Ichthyostega*), som levede for knap 360 mio år siden. Fossilerne stammer fra Grønland og viser tydeligvis et dyr, der har tilpasset sig et liv på land. Ændringer som også fik betydning for alle de senere landlevende hvirveldyr, altså krybdyr, fugle og pattedyr, der på latin tilsammen kaldes for *tetrapoder*, som direkte oversat betyder *fir-fodet*. På land måtte dyrene styrke ryggsøjlen for at kunne bevæge sig rundt. Mens fiskene har hvirvler, der er *konkave*, altså indadbøjede, i begge ender, så er paddernes hvirvler *konvekse*, altså udadbøjende, i den ene ende



Skelet hos springpadde viser tilpasning til livet på land

Illustration: Wikimedia Commons



Homologe knogler i forben (arme) hos fire tetrapoder. Knoglerne har samme grundlæggende struktur men er tilpasset til forskellige anvendelser

koblet sammen med hvirvelsøjlen. De fire ben er en videreudvikling af finnerne hos de kvastfinnede fisk (fortidige lungefisk, red.), som er paddernes forfædre. Lemmernes muskulatur er kraftigt forøget, særligt i lårene hos springpadderne.

Menneske

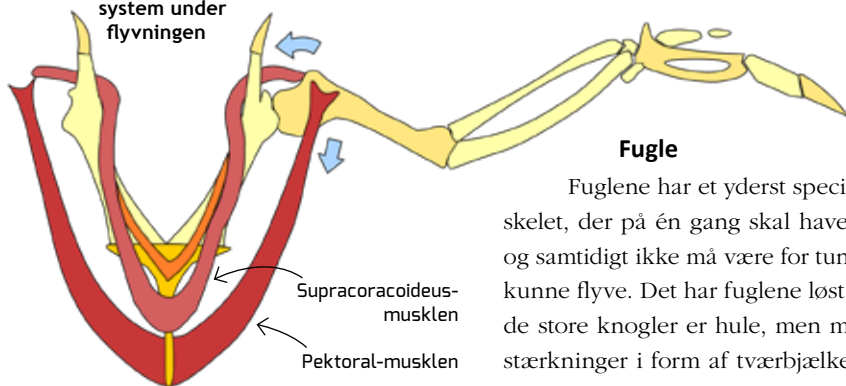
Hund

Fugl

Krybdyr

Krybdyrenes skelet er i endnu højere grad end paddernes tilpasset et liv på landjorden. Sammen med de andre amnioter, det vil sige fugle og pattedyr, er de forreste halshvirler hos krybdyrene omdannet til atlas og axil, som er det sted, hvor hovedet kan drejes. Ribbene samles på undersiden af brystbenet. Kraniets opbygning varierer en del hos krybdyrene, og disse træk bruges til at afklare amnioternes evolutionære slægtskab. Særligt er de såkaldte tindingevinduer, altså huller i kraniet, af betydning, idet de giver mulighed for fæstning af kæbemuskulatur. Krybdyrenes skelet varierer enormt mellem grupperne. Hos krokodillerne er der benplader i huden, som sikkert er med til at beskytte mod bid fra artsfælder. Skildpadderne har udviklet et skjold ved sammenvoksning af ribben og fremstår derfor som en kombination af et endo- og exoskelet.

Fuglens knogler, led og muskler udgør et integreret system under flyvningen



Fugle

Fuglene har et yderst specialiseret skelet, der på én gang skal have styrke og samtidigt ikke må være for tungt til at kunne flyve. Det har fuglene løst ved, at de store knogler er hule, men med forstærkninger i form af tværbjelker, hvor

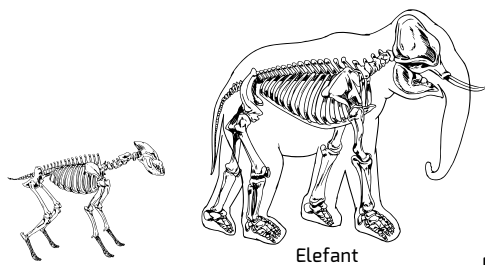
det er nødvendigt. De ti brysthvirvler er fast forbundet med det kraftigt udviklede brystben via ribbenene. Nederst på brystbenet findes en kam, som flyvemusklen hæfter på. De to enorme pectoralmuskler, der udgør hele 15 procent af fuglens samlede vægt, trækker vingerne nedad, mens de mindre supracoracoideus-muskler, som ligger indenunder, trækker vingerne opad. Bagtil er ryghvirvlerne sammenvokset med brystet og bækkenet, så det udgør en særdeles stabil konstruktion, der sparer fuglen for at bruge unødigt energi under flyvningen.

Pattedyr

Pattedyr har veludviklede ribben, der omgiver brysthulen. Ofte er antallet af lemmernes knogler reduceret, fx hos hov- og klovdyr, mens der er det oprindelige antal hos mennesker og flere nye hos muldvarpe. De store rørknogler vokser via vækstlinjer i begge ender, hvilket betyder, at leddene ikke påvirkes under væksten. Bloddannelsen finder sted inde i knoglerne. Kraniet rummer typisk en relativ stor hjerne, og næseregionen er udbygget, så luften kan fugtes og opvarmes, før den når ned i lungerne, hvilket

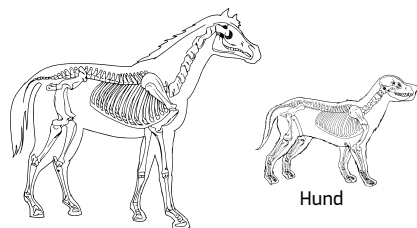


Selvom giraffen og hunden har et meget forskelligt ydre udseende, følger begge arters skeletter nøje grundplanen for pattedyr. Eksempelvis har de begge syv halshvirvler, som blot er betydeligt længere hos giraffen end hos hunden



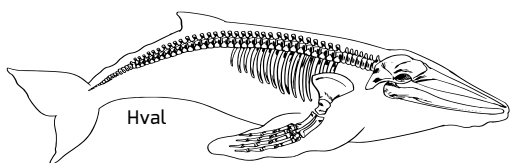
Hyæne

Elefant



Hest

Hund



Hval

Skelettet hos fem forskellige pattedyr. Af disse er særligt hval-skelettet modificeret i forhold til grundplanen

ses som en tilpasning til et varmløst stofskifte. Antallet af kranieknogler er reduceret, og underkæben består kun af en enkelt knogle (*dentale*), idet de to øvrige knogler i krybdyr-underkæben er omdannet til to af høreknoglerne (hammeren og ambolten). En del pattedyrkranier er udstyret med geværer eller horn. Hvalerne har sekundært tilpasset sig livet i vandet, hvilket tydeligt ses af deres skelet. Halshvirvlerne er helt eller delvist vokset sammen. Forbenene er omdannet til luffer, som hvalen bruger til at styre retningen med under svømning. Bagben mangler helt, og bækkenet er rudimentært. Halefinnen anvendes til fremdrift, og hverken denne eller rygfinnen har knogler. Da hvaler er pattedyr, kan de under svømningen bevæge ryggen op og ned (ligesom vi mennesker kan bukke os fremad), hvorved de adskiller sig fra fiskene, der bevæger ryggen fra side til side. Dette er årsagen til, at halefinnen er vandret hos hvaler, men står lodret hos fisk.

Menneskets oprejste gang stiller særlige krav til skelettet. Benene er specialiserede til oprejst gang, mens armene og hænderne er specialiserede til at håndtere redskaber

Mennesker

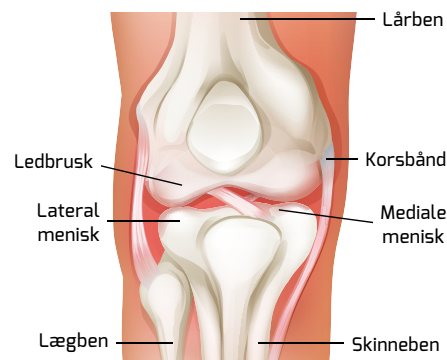
Menneskekroppen består af 206 knogler og udgør omkring 15 procent af kropsvægten. Den oprejste gang (kaldet *bipedali*) er nok den mest iøjnefaldende forskel mellem menneskets og de øvrige pattedyrs skelet (eksempelvis de øvrige menneskeaber, som støtter på knoerne under gang). Dette har resulteret i specialisering af lemmerne, således at fødderne har parallelle tæer, som er egnede til gang, mens hænderne er specialiserede til håndtering af redskaber. Tummeltottens placering og bøjelighed muliggør, at vores hånd kan gribe om redskaber. Da al vores kropsvægt skal bæres på kun to lemmer, er bækkenet



” Menneskekroppen består af 206 knogler og udgør omkring 15 procent af kropsvægten.

forstærket med en kraftig ballemuskulatur. Øverst på rygsøjlen balancerer kraniet, hvilket ses ved, at nakkehullet, som rygmarven løber igennem, er flyttet ind under kraniet. Med alderen opstår en udtynding af knoglevævet, således at der kan opstå sygdommen knogleskørhed (*osteoporose*), ligesom muskelmassen aftager, og der opstår gigt i leddene. Disse forhold er væsentlige årsager til ældre menneskers nedsatte fysiske præstationer.

Aage Kristian Olsen Alstrup, ph.d. fra PET-centret i Aarhus er adjungeret lektor i veterinærvidenskab og Tobias Wang, ph.d. er professor i zoofysiologi ved Aarhus Universitet og Aarhus Institute of Advanced Sciences (AIAS).



Knæled hos menneske

Har du styr på årsplanen for 2018/2019?

Vores årsplaner er udarbejdet efter Fælles Mål, og
de findes til alle fag og klassetrin.
Brug dem, som de er, eller pluk efter behov – valget er dit.

Prøv gratis på clioonline.dk/aarsplaner

Clio Online
Inspirerer til ny viden



Mikrobiologi

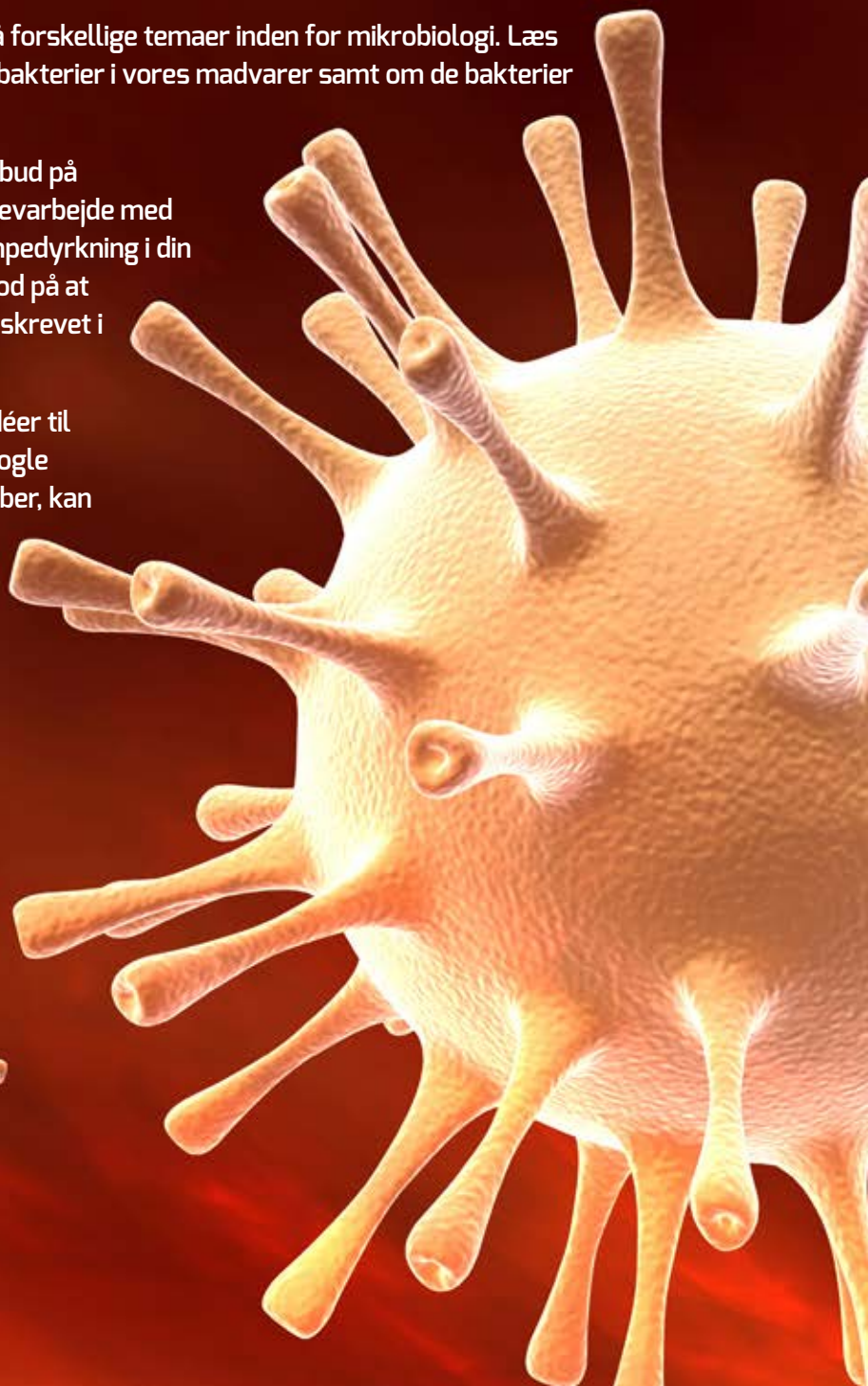
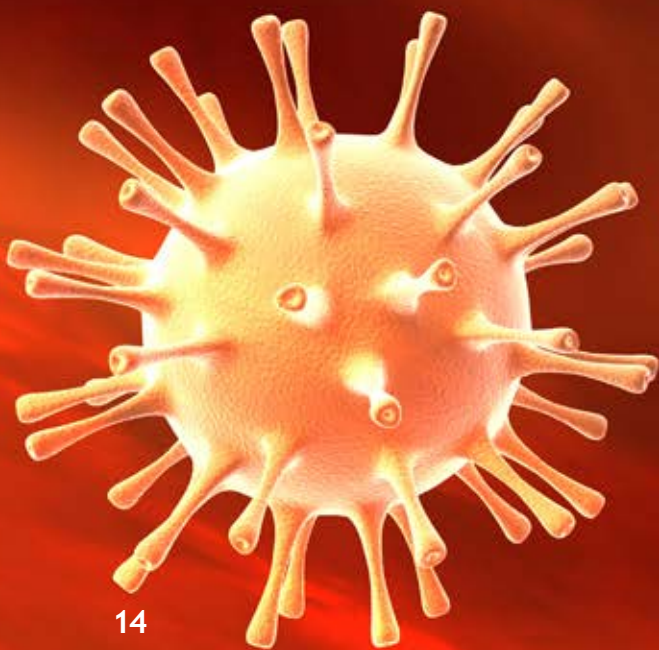
Temaet for dette nummer af Kaskelot er uden tvivl et usikkerhedssted for mange biologilærere. Måske ikke så meget teorien, men mere det praktiske. For hvordan fanger man elevernes opmærksomhed omkring organismer, der er så små, at man knap nok kan se dem?

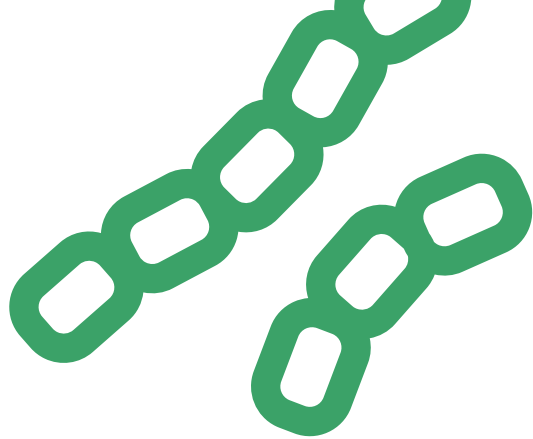
På de følgende sider kan du blive klogere på forskellige temaer inden for mikrobiologi. Læs f.eks. to spændende baggrundsartikler om bakterier i vores madvarer samt om de bakterier og vira, som kan gøre os syge.

Læs også en række forskellige skribenters bud på hvordan, du kan organisere det praktiske elevarbejde med mikroskoper, gærforseg, bakterier og svampedyrkning i din biologiundervisning. Måske har du endda mod på at brygge øl sammen med dine elever, som beskrevet i artiklen *Skal der drikkes øl i skolen?*

Det bugner desuden med online forløb og idéer til undervisning i mikrobiologi. Vi har samlet nogle gode forslag til dig på side 38-39, som vi håber, kan inspirere dig til at komme godt i gang med mikrobiologien i det nye skoleår.

God fornøjelse
Redaktionen





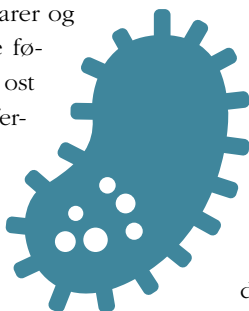
Bakterier i fødevarer

– Ven eller fjende?

Hvorfor er bakterier overhovedet interessante at studere? Det er fordi bakterier er en del af os og findes overalt i naturen, på dyr og mennesker samt i vores fødevarer. Vi kan bestemt ikke leve uden bakterier, og faktisk har du flere bakterier i dig, end du har menneskeceller – i fæces er der helt op til 10^{14} bakterier per. gram. Selvom de fleste bakterier er gavnlige for os, er der også nogle, som er sygdomsfremkaldende, og som i værste fald kan være dødbringende

Af Tina Birk

Hvis vi kigger på de bakterier, der er relateret til fødevarer, kan de eksempelvis inddeles i de gode, de onde og de grusomme. De gode bakterier er dem, som kan fermentere vores fødevarer og eksempler på fermenterede fødevarer er yoghurt, ost og spegepølse. En fødevarerfermentering er en bioproces, der ændrer fødevarens karakter. Bakterier, der kan bruges til fermentering af fødevarer, er blandt andet mælkesyrebakterier. Til yoghurt produktion tilsættes disse mælkesyrebakterier til mælk, og når de vokser i mælken, dannes der

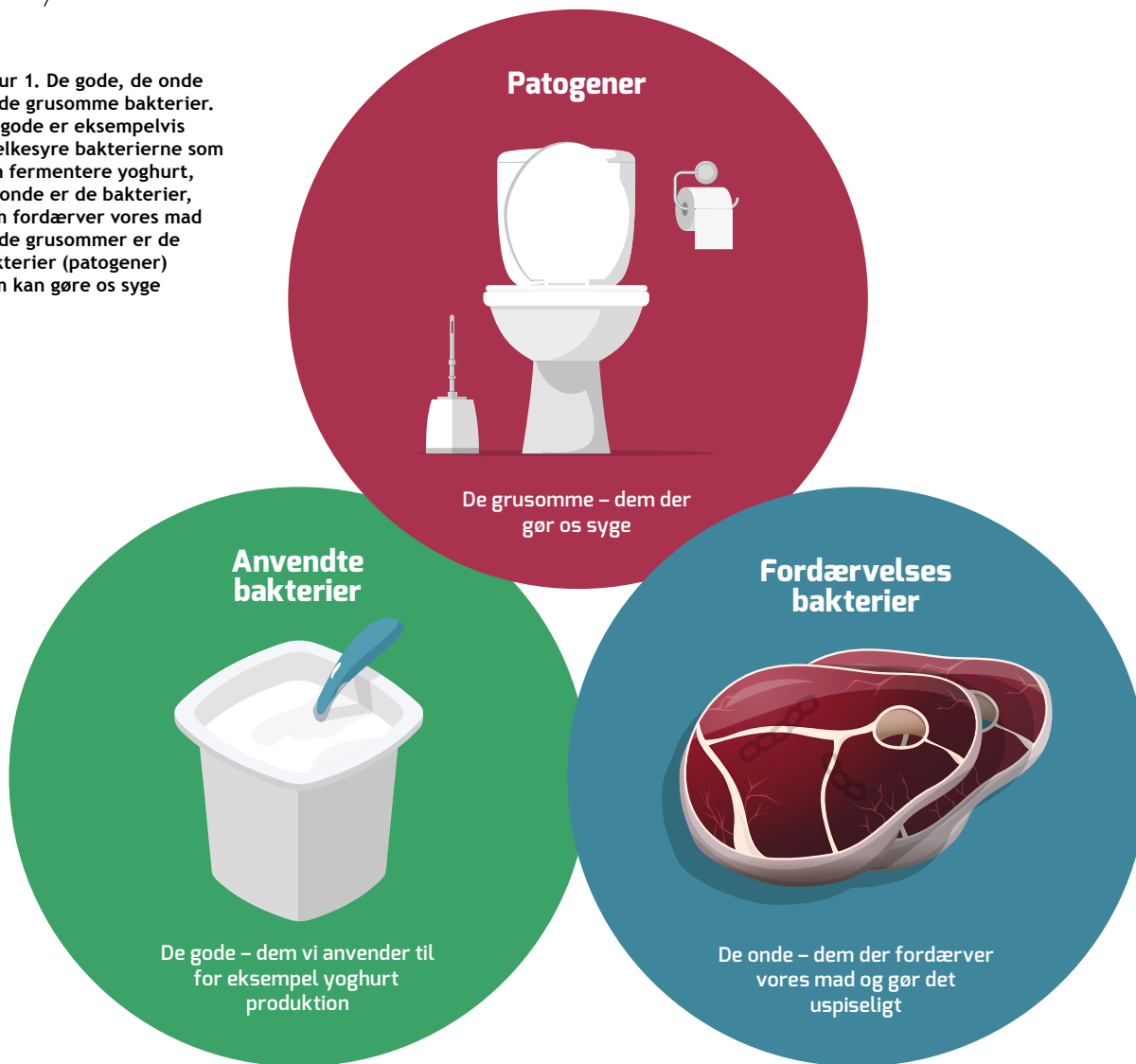


organiske syrer, som sænker pH og dermed hæmmer væksten af andre, måske farlige, bakterier. Udover at sænke pH bidrager mælkesyrebakterierne også til smag og ændret konsistens af fødevarer – tænk f.eks. på hvor forskellig et produkt mælk og yoghurt er.

De onde bakterier betegner dem, som fordærver vores fødevarer. En fødevarer betragtes fordærvet, hvis de sensoriske ændringer gør, at produktet er uacceptabelt for forbrugeren. De organoleptiske ændringer er et resultat af nedbrydning og dannelse af stoffer (metabolitter) forårsaget af mi-

krobiel vækst. Faktorer som er associeret med fødevarerfordærv er ændringer i farve, tekstur og lugt. Vækst af disse fordærvelsesbakterier betyder ikke, at fødevarer nødvendigvis er farlig at spise – det betyder bare, at disse bakterier har været i stand til at vokse i fødevarer til højt antal og gjort det uspiseligt for os mennesker. Den mest anvendelige metode til at forlænge holdbarheden af fødevarer er ved at opbevare dem i køleskab og dermed sænke bakteriernes væksthastighed. Som nævnt ovenstående kan fødevarer med lav pH som yoghurt holde sig flere uger, mens mælk kan holde sig frisk i ca. 7 dage. Fødevarer med lav pH som ketchup kan holde sig i op til et halvt år.

Figur 1. De gode, de onde og de grusomme bakterier. De gode er eksempelvis mælkesyre bakterierne som kan fermentere yoghurt, de onde er de bakterier, som fordærver vores mad og de grusomme er de bakterier (patogener) som kan gøre os syge



De grusomme er for eksempel de bakterier, som overføres fra fødevarer til mennesker, og som kan forårsage sygdomme. Blandt disse er bakterierne, der ikke forårsager sygdomme hos dyret, men hvis de overføres til mennesker, kan de forårsage sygdomme. Disse bakterier kaldes også for zoonoser. Under slagtning af dyr kan bakterierne blandt andet blive overført til kødet, da det stort set er umuligt at undgå, at tarmen ikke perforeres, og tarmindholdet spredes til kødet. For at opretholde en god hygiejne vaskes og skoldes dyret, således at antallet af bakterier reduceres kraftigt, men denne metode resulterer ikke i sterile fødevarer og kan være med til at sprede bakterier mellem dyr.

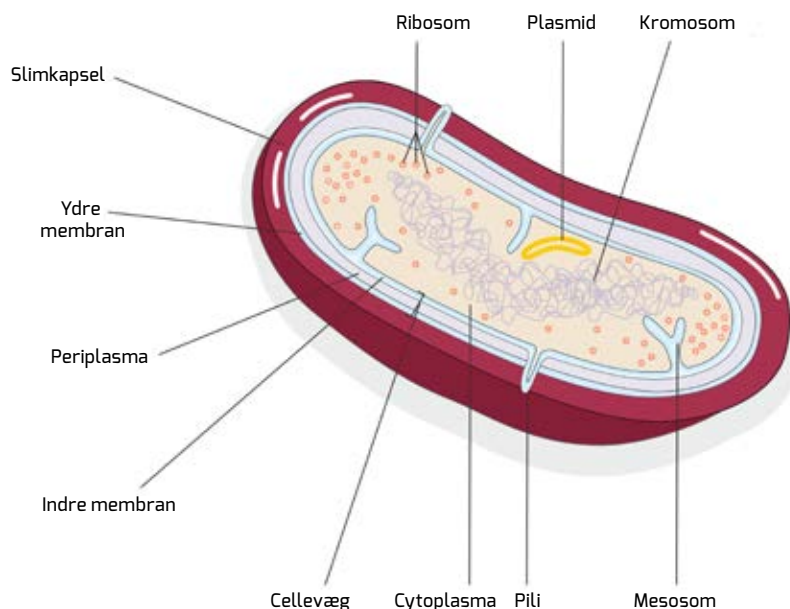
Der er to fødevarerbårne bakterier, som forårsager flest sygdomme, og det er *Campylobacter* og *Salmonella*. Der er dog også meget stor fokus på bakterien *Listeria*, selvom antallet af syge er noget lavere end for *Campylobacter* og *Salmonella*. Andre vigtige mikroorganismer er virus, men det er en hel anden historie.

Opbygning og karakteristika af en bakterie

I forhold til humane celler (eukaryoter), har bakterieceller (prokaryoter) en noget mere simpel opbygning og er en del mindre. Prokaryoter er oftest encellede organismer, der ikke har en cellekerne,

så DNA'et ligger og svømmer frit i cytoplasma. De har heller ingen mitokondrier, hvis hovedfunktion er at producere energi. Bakterier deler sig uhæmmet så længe forholdene er til det, og de deler sig ved binær spaltning. Ved den binære spaltning bliver en bakteriecelle til to, to bliver til fire og fire bliver til otte. For eksempel har *E. coli* en fordoblingstid på 20 minutter, og det betyder, at *E. coli* kun er 20 minutter om at dele sig og blive til to ved optimale betingelser; en temperatur på 37°C og tilgængelige næringsstoffer. Fordoblingstiden kan forlænges ved for eksempel at sænke temperaturen til 10°C, og ved denne temperatur er fordoblingstiden næsten

Figur 2. En simplificeret illustration af en bakteriecelle. Cellens cytoplasma er omkranset af cellevæggen og cellemembranen. I cytoplasma ligger bakteriens kromosom frit sammen ribosomerne og eventuelle plasmider



9 timer for *E. coli*. Ved at opbevare vores fødevarer ved køleskabstemperatur øges fordoblingstiden for de bakterier, som er i vores fødevarer betydeligt. Dette sænker ikke kun væksten af de bakterier, som fordærver vores mad men også de sygdomsfremkaldende bakterier, der måtte være til stede. Det er grunden til, at vi opbevarer vores fødevarer i et køleskab. Den lavere temperatur medfører, at bakterierne vokser meget langsomt, og dermed forlænges holdbarheden af vores fødevarer.

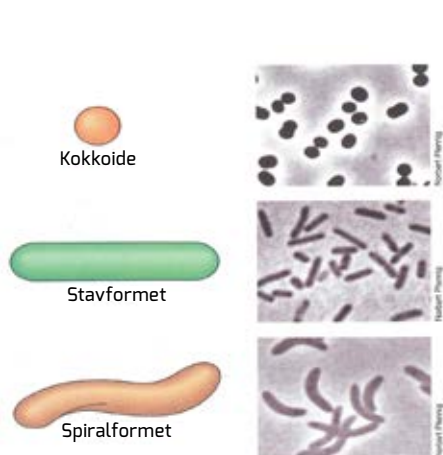
Bakterien afgrænses mod det ydre med et slags hylster bestående af en cellemembran og en cellevæg, som er med til at bestemme selve formen på bakterien (se figur 2). Den generelle struktur af cellemembranen består af et dobbelt fosfolipid lag, der virker som en barriere mellem de ydre omgivelser og cellens indre, og som styrer hvilke stoffer, der kan trænge ind i cellen. I fosfolipidlaget er der membranproteiner, som blandt andet transporterer molekyler og ioner på tværs af membranen. Cellevæggen er stiv og er med til at bestemme bakteriecellens morfologi (form) og beskytter cellen mod

fysiske og kemiske påvirkninger. Bakterien har flageller og pili, som begge er opbygget af proteiner og som sidder på cellemembranen/cellevæggen. Flageller er bakteriens bevægelsesapparat, der gør at bakterien er bevægelig. Det kan være en fordel for bakteriecellen, i konkurrence mod andre bakterier, at kunne bevæge sig mod f.eks. næring. Pili, som er opbygget af proteiner, er hule udvækster, som bakterien bruger til at hæfte sig fast til overflader. Eksempelvis har *E. coli* 100-200 pili, og de bruges f.eks. til at hæfte sig fast i tarmvæggen hos dyr og mennesker, således at de ikke "skylles ud".

I cytoplasma ligger ribosomerne, der er små partikler bestående af rRNA og protein. De syntetiserer de proteiner og enzymer, cellen har brug for. Udover det kromosomale DNA kan bakterierne indeholde plasmider. Plasmider er små cirkulære dobbelt strenget DNA stykker, som ikke er en del af bakteriecel-

lens kromosomale DNA, og derfor ikke nødvendige for cellens generelle vækst og overlevelse under normale omstændigheder. Plasmid DNA kan replikeres uafhængig af kromosomal DNA. Plasmidet kan indeholde gener, som giver bakterien nogle fordele med hensyn til overlevelse. Det kan eksempelvis være gener, der koder for antibiotikaresistens. Helt konkret kan det betyde, at hvis bakterien har et plasmid med et gen, der koder for tetracyclinresistens, så dør bakterien ikke, hvis den udsættes for tetracyclin, hvilket den ellers ville gøre, hvis den ikke havde plasmidet. Dette kan medføre fatale konsekvenser for mennesker, som bliver smittet med antibiotikaresistente bakterier, da de så ikke kan slås ihjel med antibiotika.

Der kan også ske en overførsel af plasmid fra den ene celle (donor) til en anden (recipient). En af måderne er bakteriel konjugation, hvor det enkeltstrengete DNA overføres fra bakteriedonoren gennem et protein rør, kaldet sex pili, til en recipient, mens det både i donor og recipient re-syntetiseres til dobbeltstrenget plasmid. Hermed har man nu to – måske forskellige – bakterier med et identisk plasmid. Denne



Figur 3. Bakteriers form og udseende i mikroskopi forstørret 1000 gange. Bakterier kan have forskellige former. De kan være kokkoide, stavformet eller være spiralformet

proces kan foregå igen og dermed kan eksempelvis resistens overføres til mange andre bakterier.

Hvordan skabes resistente bakterier?

Nogle bakterier kan fra naturens side naturligt bære plasmider med gener, der koder for antibiotikaresistens. Men resistente bakterier kan også skabes ved forbrug af antimikrobielle stoffer. For mennesker sker dette ved behandling (ordineret medicin) eller ved hospitalsoophold (behandling og smitte fra andre patienter). Man kan også tage resistens "med hjem" fra rejser i udlandet fra den

mad, man har spist. Desuden kan mennesker få overført resistente bakterier fra omgivelserne (kontakt med dyr og mennesker, miljøet eller den mad vi indtager). Der bruges væsentlig større mængde antimikrobielle stoffer til behandling af dyr (de er også flere) end mennesker. Hos kæledyr bruges også antimikrobielle stoffer, som er identiske med dem, mennesker behandles med, da vi nødigt ser, at disse bliver syge.

Hvordan kan bakterierne ses – og hvordan dyrkes de?

Bakterier kan ikke ses med det blotte øje, men de kan forstørres i et mikroskop.

Hvis de forstørres 1000 gange, kan deres form ses, og hvis de forstørres 5000 gange, er bakteriens flagel også synlig.

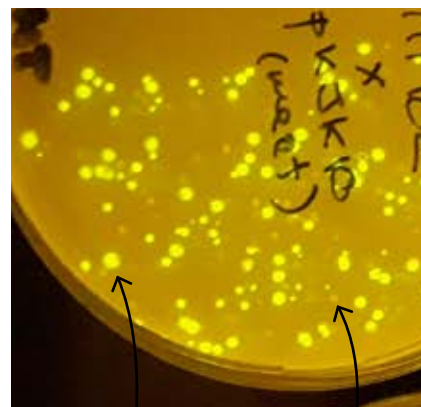
Når man arbejder med bakterier i laboratoriet dyrker man dem i medier og på agarplader, der indeholder alle de næringsstoffer, de behøver. Agarpladerne kan visualisere bakterierne ved at de vokser frem i kolonier. Fra starten er der 'kun' landet en enkelt bakteriecelle, og den har så delt sig x antal gange og er blevet til millioner af bakterieceller, der gør, at kolonien kan ses med det blotte øje (Figur 4). Man kan differentiere mellem bakterier, hvis de har forskellige kolonimorfologier (ex. farve, form

FAKTABOKS

Horizontal genoverførsel kan undersøges med plasmider, som kan lyse grønt. Man har isoleret et grønt fluorescerende gen (*gfp*) fra vandmanden *Aequorea victoria*. Dette *gfp* gen er ved molekylærbiologiske metoder blevet isoleret og ved kloning sat ind i plasmider, som derefter er transformeret ind i bakterier. Når bakterien indeholdende *gfp* genet i plasmidet bliver udsat for ultraviolet lys, lyser det grønt.

Eksempelvis er et plasmid pKJK10 med det grønt fluorescerende gen (*gfp*) og en resistens markør for tetracyklin indsat i *E. coli*. Det specielle ved denne *E. coli* indeholdende pKJK10 er, at den på kromosomet har fået indsat et *gfp* SLUK gen der gør, at den netop ikke lyser. Når *E. coli* overfører plasmidet (donor ikke *gfp* lysende) til andre bakterier (recipient) som ikke har *gfp* SLUK genet på deres kromosom, så lyser de grønt.

Hvis disse *E. coli* med *gfp* plasmidet (donor - ikke *gfp* lysende) blandes med for eksempelvis fødevarer, kan man undersøge, om plasmidet er i stand til at blive overført til de tilstedeværende bakterier. De grønt lysende bakterier kan isoleres og identificeres.



Ukendt grønt lysende recipient bakterie som har modtaget *gfp* plasmidet fra *E. coli*

De ikke grønt lysende *E. coli* plasmid donor bakterier

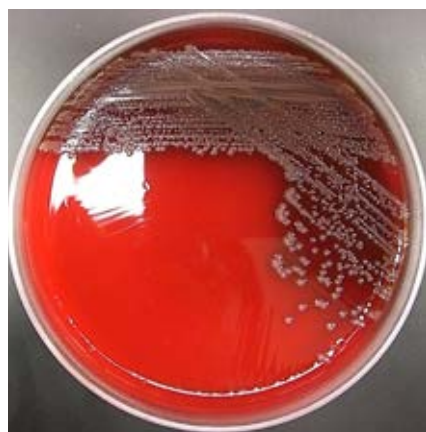


E. coli donor

E. coli donor tilsat kød
→



Recipient bakterie i kødet som ikke har et *gfp* SLUK gen

A) *E. coli*B) *Salmonella*C) *E. coli* – rødlige og *Salmonella* – sorte

Kredit: Medical Microbiology

Figur 4. *E. coli* og *Salmonella* på almindelige berigede blodagar plader (A og B) og en selektiv SSI enteric rød agar plade (C), der kan skelne mellem *E. coli* og *Salmonella*

og størrelse). Men med bakterier som eksempelvis *E. coli* og *Salmonella*, som er tæt beslægtet med hinanden, er det umuligt at se forskel på dem, når de er udstrøget på en agarplade med beriget medie tilsat blod (figur 4 A og B). Derfor kan man anvende selektive vækst medier, som kan differentiere mellem forskellige bakterier, så deres bakteriekolonier eksempelvis vokser frem med forskellige

farver. Mediet kan være tilsat forskellige næringskomponenter eller stoffer, der gør, at nogle bakterier kan metabolisere nogle komponenter, hvorimod andre ikke kan. I figur 4C er vist et SSI enteric medium, som kan differentiere mellem bakterier, der ligner hinanden. *E. coli* kan fermentere laktose, hvilket *Salmonella* ikke kan. Laktosen er i mediet sammen med natrium deoxylate og neutral

rød. Med denne kombination vil *E. coli* derfor vokse frem med rødlige kolonier. *Salmonella* vil fermentere sukkerstoffet glukose og ved omdannelse af natrium thiosulfat, natrium pyruvat og jern citrat medføre syntese af H_2S , hvilket danner sorte kolonier på pladen.

Tina Birk, ph.d. er lektor ved DTU Fødevareinstituttet.

DIGITAL DATAOPSAMLING

I de Forenklede Fælles Mål for natur/teknologi, geografi, biologi og fysik/kemi står der helt specifikt, at eleverne "skal anvende digital dataopsamling".

NeuLog dataloggere er et dataopsamlingsystem, som kan bruges til både PC/Mac, tablet og smartphone.

De mere end 45 forskellige NeuLog dataloggere dækker de fleste områder, kobles nemt sammen og er robuste nok til en tur i felten.

NeuLog systemet er

- fleksibelt
- brugervenligt
- fremtidssikret
- økonomisk overkommeligt

NeuLog

Vil du vide mere eller kunne du tænke dig et demobesøg? - så ring til os på tlf. 8680 2666

 LINÅ & DANFAUNA

Besøg os på: www.linaa.dk

Linå & Danfauna A/S • Bergsøesvej 11 • 8600 Silkeborg • Tlf. 8680 2666

Virus:

Fortidens dræber – fremtidens healer

Langt de fleste har hørt i medierne omkring de sygdomme, som virus forårsager i mennesker. Virus epidemier har igennem tiden kostet et anseeligt antal menneskeliv og sendt flere tusinde på flugt, som det fx er set under Den spanske syge i 1918, Sars i 2003 og senest Ebola i 2014 i Vestafrika. Frygten for at blive smittet med HIV gjorde i 1980'erne livet usikkert for homoseksuelle verden over. Dog endnu mere usikkert for de tusindvis af hæmofilpatienter, som stod mellem valget om at modtage poolede blodplader for at modvirke deres blødersygdom og risikere at blive smittet med HIV eller at sige nej tak og risikere at dø af forblødning grundet en lille rift. Virus er dog meget mere end bare en patogen pseudoorganisme. Faktisk er langt størstedelen af de virus, som findes på jorden, fuldstændig harmløse for os. Vi bærer rundt på, ikke kun levende virus i vores kroppe, som er med til at regulere vores mikrobiom, men også fossile rester af virus i vores genom. Disse inficerede os for mange hundrede år tilbage og slap aldrig ud af os igen

Af Clara Ekebjærg

Virus blev opdaget for mindre end 150 år siden af flere forskellige forskere. Meget naturligt forskede man i starten i, hvordan virus så ud, hvordan de «levede», og selvfølgelig hvordan man kunne kurere virussygdomme. Inden for de seneste årtier er der dog sket et skift, og virus er nu også blevet et værktøj inden for bioteknologiforskning. Ikke kun et værktøj til

forskning, men man forsker faktisk også i hvordan, man kan benytte virus til at behandle og forebygge et hav af forskellige sygdomme alt fra bakterieinfektioner til kræftbehandling (se tekstboks 1).

Hvad er en virus?

Er man biologi-interesseret ved man sikkert, at en virus ikke helt kan define-

res som værende liv, idet en virus ikke kan replikere sig selv, og at den derfor oftest kaldes for en pseudoorganisme. For at en virus kan replikere sig selv og danne flere virus, så må den inficere en værtscelle. Inde i værtscellen overtager virus så værtscellens replikationsmaskineri (se tekstboks 2) og bruger dette til at danne flere virus. Befinder en virus

sig uden for sin værts-celle, så sker der ingen molekylærbiologiske processer inden i virus, den flyder så at sige blot rundt i miljøet, indtil den tilfældigvis støder på en værts-celle. Virus er ikke-cellulært liv. Modsat alle andre organismer på jorden, som består af celler, så består en virus af noget så simpelt som genetisk materiale indkapslet i en proteinskal (se figur 1). Det genetiske materiale er dens genom, der koder for alle de proteiner, som en virus skal bruge til at overtage en værts-celle og producere nye virus.

Proteinskallen kaldes for et kapsid og består af ens proteinenheder, der i et repetitivt mønster danner en beholder til genomet. Nogle virus har udover kapsidet en lipidmembran, som stammer fra den værts-celle, hvori de blev dannet.

Som skrevet er virus blevet et værktøj, man benytter inden for forskning. Især er virus blevet brugt inden for forskning i cellebiologi til at kaste lys over de processer, der sker inde i celler. Faktisk er mange af de største opdagelser inden for cellebiologi gjort med forsøg, der involverede virus f.eks. opdagelsen af DNA

” Virus er ikke-cellulært liv. Modsat alle andre organismer på jorden, som består af celler, så består en virus af noget så simpelt som genetisk materiale indkapslet i en proteinskal.

som den genetiske kode, opdagelsen af mRNA og opdagelsen af diverse synteseveje af makromolekyler. For at kunne overtage deres værts-celles replikationsmaskineri til at replikere sig selv, benytter virus sig af et utal af snedige tricks for at snyde værts-cellens immunforsvar og for at kunne omdirigere værts-cel-

lens replikationsmaskineri til at replikere virus i stedet. Mange af disse tricks som virus benytter sig af, kan forskere også benytte sig af for at studere celler og for at manipulere dem. Desuden har det vist sig, at virus især er brugbar som vektor til at introducere fremmede gener i organismer, som man ønsker at modificere.

Virus og vacciner

Uagtet om man er for eller imod vaccination, er det svært at komme uden om, at vaccination er en af de mest effektive metoder til at forebygge infektiøse sygdomme. Dette var især

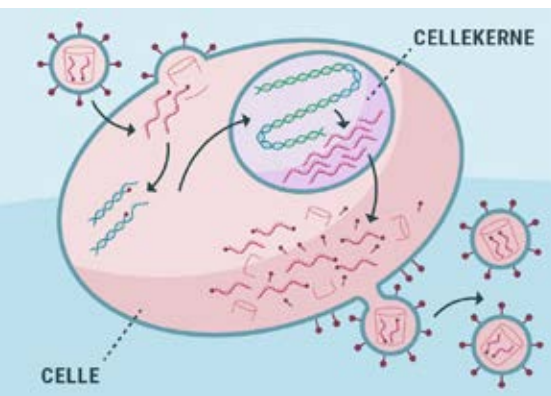
evident, da WHO i 1980'erne kunne erklære kopper for udryddet (se figur 2). Inden for udvikling af nye vacciner bliver virus brugt som vektorer til produktion af rekombinante vacciner. Dette kan lyde en smule mystisk, hvis man kan huske sin gymnasimatematik, men en matematisk vektor og en biologisk

vektor er ikke helt det samme. Inden for biologi er en vektor et avanceret sendebud, der kan transportere proteiner eller gener hen til og/eller ind i specifikke celler. Rekombinante vektor vacciner består af en vektor (virus), hvor der på overfladen er tilføjet proteiner fra den patogen, man ønsker at immunisere imod. Immunforsvaret genkender så disse proteiner som fremmede og igangsætter et respons imod disse proteiner. Næste gang immunforsvaret så støder på disse proteiner, vil det kunne reagere hurtigere og mere effektivt. Virus er ideale vektorer,

Cellens replikation

En celledens replikationsmaskineri er en betegnelse, der dækker over alle de processer, der skal til for at en celle bliver til to. Replikationsmaskineriet består af alle de enzymer, proteiner, RNA molekyler og meget mere, der har en rolle i celledelingsprocessen. Virus har igennem tiden skåret alle unødvendige gener ud af deres genom, således at de kun koder for de allervigtigste proteiner, den skal bruge for at dæmpe værts-cellens immunforsvar, overtage dens replikationsmaskineri og producere nye virus. Det kan lyde som om, at disse tre processer kræver mange forskellige proteiner, men faktisk koder de fleste virus for færre proteiner, end de reelt har brug for. Dette skyldes, at når en virus overtager værts-cellens replikationsmaskineri, så overtager virus også alle de proteiner, enzymer, RNA molekyler og meget mere, som er en del af værts-cellens replikationsmaskineri. De komponenter fra værts-cellens replikationsmaskineri, som virus overtager, behøver den ikke selv havde kodet ind i dens genom.

Figur: Sandra Myrtue/Biotech Academy



Figur 1: Fra øverste venstre hjørne til nederste højre hjørne er vist livsforløbet for HIV. HIV har, udover sit kapsid (rødt kegleformet), en lipidmembran (blå+rød). For at kunne producere afkom må HIV inficere en værtscelle, hvori den integrerer dens virale genom i værtens genom, og derfra får den produceret alle dele: kapsid og genom, til produktionen af nye virus. Disse nye virus ses forlade værtscellen i nederste højre hjørne

idet de er nemme at manipulere, da de er så simple. Det danske firma Bavarian Nordic benytter sig af en poxvirus som vektor platform til at udvikle deres vacciner. De er f.eks. igang med at udvikle vacciner imod Ebola og HIV. Denne type af vaccine er sikrere end de tidlige vacciner, hvor man brugte inaktiverede patogene bakterier eller virus, da dis-

” Inden for udvikling af nye vacciner bliver virus brugt som vektorer til produktion af rekombinante vacciner.

se kan mutere tilbage til den patogene form og skabe sygdom. Dette er ikke muligt med rekombinante vacciner, idet det kun er dele af den patogene organisme man benytter i vaccinen.

Hvordan løser vi problemet med resistente bakterier?

Der findes dog bakterier og virus som det ikke på nuværende tidspunkt er muligt at vaccinere imod. Antibiotika har længe været den foretrukne behandlingsmetode til bakterieinfektioner, men den tid er måske snart ovre. Antibiotika blev opdaget i 1920'erne af Alexander Fleming og blev i starten markedsført som et vidundermiddel, der kunne kurere alle slags infektiøse sygdomme. Overforbrug ikke kun i behandling af mennesker, men også i landbruget har ført til en kraftig stigning i forekomsten af antibiotika resistente bakterier (se figur 3). Problemet med antibiotika resistente bakterier og især forekomsten af multiresistente bakterier er, at der ikke er nogen umiddelbar anden behandling. Problemet er så alvorligt, at WHO har erklæret det for en af de største trusler imod verdenssundheden. Derfor arbejdes der også intensivt på at finde alternative behandlingsmetoder. En mulig behandlingsmetode, som for tiden

” Problemet med antibiotika resistente bakterier og især forekomsten af multiresistente bakterier er, at der ikke er nogen umiddelbar anden behandling.

bliver undersøgt er fagterapi, der involverer brugen af virus, som kun inficerer og dræber bakterier. Fagterapi har været brugt i mange årtier i det tidligere USSR men har ikke vundet indpas i vesten, da antibiotika var nemmere at arbejde med. Udvikling af nyt antibiotika er ikke på nuværende tidspunkt økonomisk favorabelt for de fleste medicinalfirmaer, da det koster enorme summer at udvikle og markedsføre. Firmaerne er derfor afhængige af at kunne tjene pengene ind igen ved salg af antibiotikummet, hvilket er problematisk, da resistente bakterier dukker op kort tid efter, det er markedsført (se figur 3). Så nu er tiden måske moden til at se mod det tidligere USSR, om fagterapi kan være en mulig løsning.

Det danske ordsprog „intet er så skidt, at det ikke er godt for noget“ er beskrivende for virus. Sygdom og død er oftest det første, man tænker på, når tankerne falder på virus og dette med god grund. Det er dog vigtigt at huske, at langt størstedelen af de virus, som findes, er komplet harmløse for mennesker, og at alle disse harmløse virus, og endda også de skadelige, kan være brugbare i andre sammenhænge f.eks. til forskning, til behandling af kræft og bakterieinfektioner og mange andre områder, som kun fremtiden vil vise.

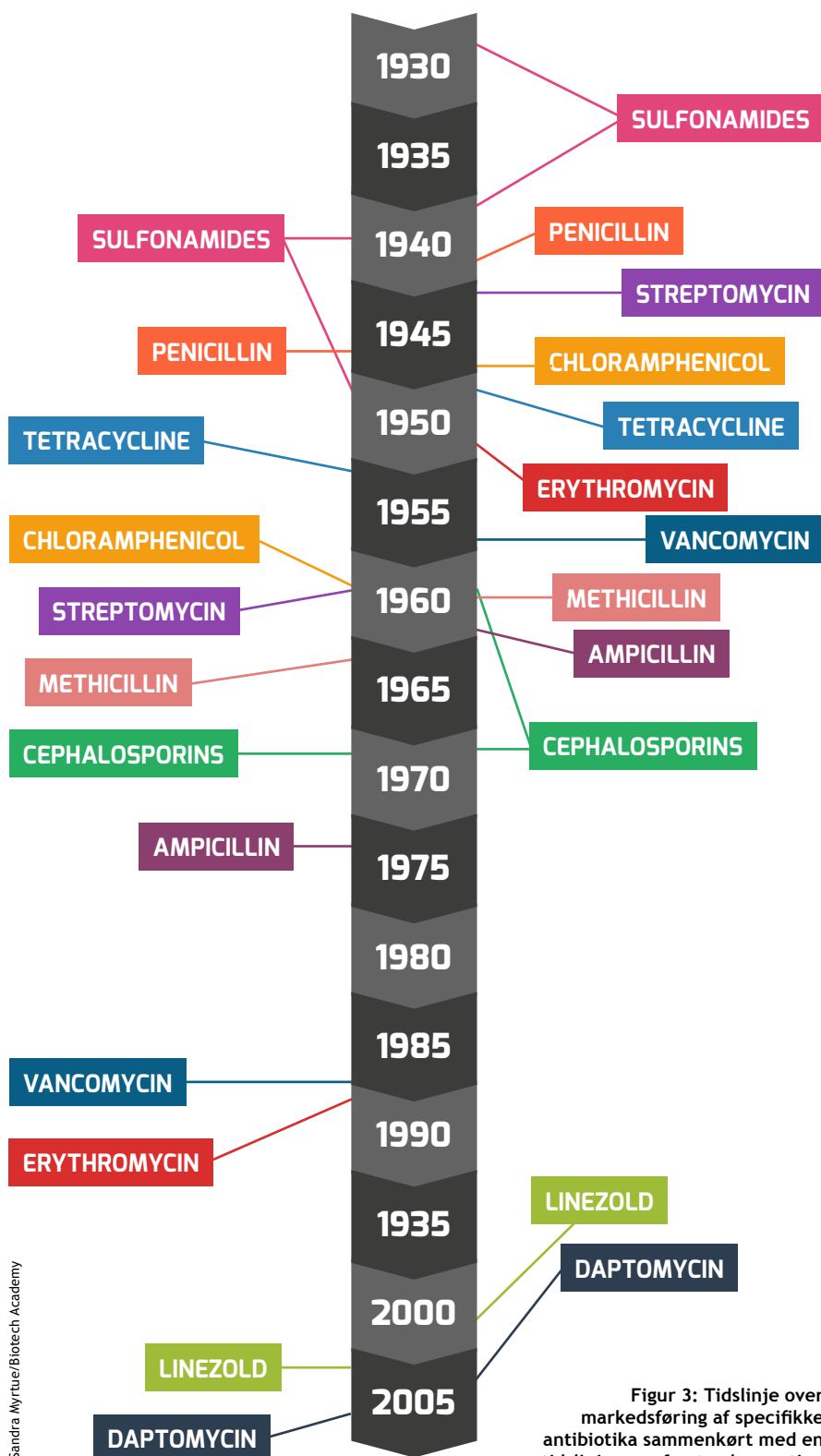
Er man interesseret i at lære mere omkring virus, så har den DTU-baserede studenterorganisation Biotech Academy udviklet et undervisningsprojekt til gymnasieelever omkring virologi, som snart

Modificeret virus

Oncorine er verdens første onkolytiske virus - en virus som inficerer og dræber kræftceller. Oncorine er udviklet på basis af en adenovirus og bruges til behandling af hoved og hals tumors. Adenovirus er en forholdsvis udbredt virus, som forårsager en række ofte harmløse sygdomme i mennesker. Lige pt. er Oncorine kun tilladt at bruge i Kina, men en anden onkolytisk virus er ved at gennemgå kliniske forsøg for at fastlægge dens sikkerhed og effektivitet. Måske fremtidens kræftbehandlinger i Danmark også kommer til at involvere modificerede virus?

Første resisistente bakterie observeret

Antibiotika markedsført



Figur: Sandra Myrtue/Biotech Academy

Figur 3: Tidslinje over markedsføring af specifikke antibiotika sammenkørt med en tidslinje over første observation af resistente bakterier



Foto: James Hick

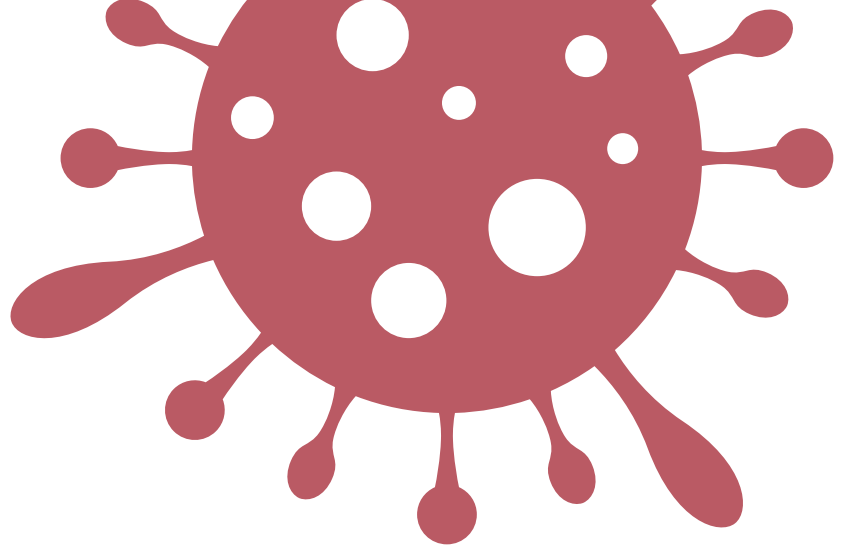
Figur 2: Kopper skyldes infektion med en virus i pox familien. Et massiv vaccinationsprogram udført af flere forskellige NGO'er, heriblandt WHO førte til, at man i 1980'erne kunne erklære sygdommen kopper udryddet. Det danske firma Bavarian Nordic benytter i dag en virus fra selvsamme pox familie til udviklingen af deres rekombinante vacciner

vil blive tilgængelig på www.biotechacademy.dk. Er man interesseret i viden på et lidt højere plan end gymnasieniveau, kan det varmt anbefales at følge Professor Vincent Racaniello's virologi kursus. Samtlige forelæsninger ligger frit tilgængeligt på youtube – søg blot på Vincent Racaniello og Virologi på youtube.

Clara Christina Ekebjerg er bioteknologi kandidatstuderende på DTU og projektudvikler ved Biotech Academy.

Få mere viden_

Om virus, bakterier og vaccine i Kasketlot #214 fra februar 2017 med tema om vaccine.



Bakterier i undervisningen

De er der alle sammen, bakterierne. Over det hele, stort set. De er små og uanseelige. Ufatteligt tilpasningsdygtige og med en evolutionær track record på milliarder af år, hvilket får vores egen til at blegne med sølle 150.000 år på bagen

Af Torben Ingerslev Roug

Bakterier er typisk specialiseret til at kunne ernære sig ved et eller få fødeemner. De har ikke noget indre celle-skelet, hvilket gør dem dybt afhængige af at være små, ca. 1 μm . Transport af føde og affaldsstoffer skal foregå via molekulær diffusion, som foregår virkelig langsomt, sammenlignet med stoftransporten i eukaryote celler, der også rummer et indre transportsystem.

Bakterie-DNA ligger frit i cellen, og er ca. 1 millimeter langt, altså 1000 gange længere end den celle, der omgiver

det. Det består af ca. 1000 gener. Bakterie-DNA kan kun aflæses ét sted, når det skal oversættes til RNA eller kopie-

” Når det kommer til bakterier, ligger det klassiske benspænd i deres størrelse, og hvordan man kan sætte bakterierne i spil i undervisningen, når de nu er så skidesvære at se!

res. Dette er i modsætning til eukaryot DNA, som sagtens kan været aktivt og blive transkriberet til RNA flere steder på en gang.

En bakteriecelle kan kun indtage næring i form af små molekyler, som for eksempel aminosyrer og monosakkarider.

Derfor producerer den og udskiller enzymer i sin umiddelbare nærhed, som klipper de større molekyler i stykker, til et format, der kan passere igennem transportkanalerne på bakteriecellens overflade, og ind i cellen.

Bakterier, der i stedet udnytter solens lys, til at høste energi er en undtagelse. Fotosyntese findes i bakterier i flere forskellige varianter. Nogle producerer ilt som biprodukt, li-

gesom planter og alger. Andre producerer svovlforbindelser, der har en helt anderledes ubehagelig stank. Foruden cyanobakterierne som typisk vokser lystigt i havet ved vores kyster i de varme stille somre, kan fotosyntetiserende grønne og purpur svovlbakterier opleves som farvede plamager, ofte hvor der også findes rådrende tang og alger ved stranden.

Bakterieforskning og undervisning

På Københavns Universitet er bakterier omdrejningspunkt for et meget bredt spektrum af forskningsområder. I forskningsområder som bioteknologi, sundhed, fødevarer og økologi spiller bakterier en væsentlig rolle. Forskning som sagtens kan fungere som afsæt for relevante og potentielt flerfaglige læringsforløb i grundskolen. Når det kommer til

bakterier, ligger det klassiske benspænd i deres størrelse, og hvordan man kan sætte bakterierne i spil i undervisningen, når de nu er så skidesvære at se! Det er her, hvor modellering af det man ikke kan se, bliver nødt til at gå hånd i hånd med praktiske undersøgelser og forsøg.

Det første liv var måske en slags bakterie

Alt liv er forbundet, hvilket betyder, at alle levende organismer har det samme oprindelige ophav. Der er muligvis opstået liv flere gange, men i dag kan vi kun genfinde en slags. Et kæmpe og ubesvaret spørgsmål er stadig, hvordan det første liv opstod. Det er til dags dato ikke lykkedes at genskabe de forhold, som gjorde det muligt, at der opstod så meget orden i kaos, at der opstod liv.

Udtrykket *Ursuppen* kommer fra en af de eksperimenter, der har forsøgt at genskabe de oprindelige betingelser for livets opståen. For at det kunne ske, har det krævet dannelsen af to kemiske/biokemiske systemer, som også kunne fungere sammen for at danne en livsform, der lever op til evolutionslærens principper.

Det ene var et genetisk system, der skulle kunne kopiere sig selv, og samtidig indgå i en evolutionær proces, hvor de bedst tilpassede enheder udkonkurrerede andre i kampen om plads og

” Der er pt. forskningsprojekter, der undersøger samspillet mellem et menneskes eget genom og mikrobiom i forhold til risikoen for at udvikle livstilsygdomme som overvægt og diabetes. Det samme gælder for hjerne-tarm forbindelsen og bakteriers indflydelse på menneskets psykiske sundhed.

ressurser. Her har det første livs kode formentlig været skrevet i RNA og ikke DNA. Blandt mange argumenter er et af de stærkeste, at RNA-kopiering kan forekomme uden for en levende celle og kan finde sted rent kemisk med afsæt i RNA-byggestenene, nukleosidtrifosfater. En af disse nukleosider er adenosintrifosfat, ATP. ATP er også en vigtig energikilde til processer i alle levende organismer.

Det andet system er det kraftværk, der skal levere energien til at drive alle de biokemiske processer, der fører til vækst og replikation af cellerne. Her kommer energien fra et molekyle eller en ion, som afleverer elektroner til den proces, der i sidste ende danner energienheder som for eksempel ATP. Disse indgår så i de processer, der skal til for katalysere, at en celle vokser og deler sig.

Som professor Tom Fenchel skriver i sin bog *Det første liv* (2000), så er det svært at forestille sig, at man på de ca. 150 år, hvor forskningen i livets opståen har foregået, skulle kunne genskabe de præcise rammer for de mange tilfældige hændelser, der førte til, at det første liv opstod. Den reelle periode, der har været til rådighed er mere end 600 mio. år. Betydningen af at have geologisk tid til rådighed spiller absolut ind, når tilfældige hændelser skal resultere i så kompleks en konstruktion, som liv er.

Foto: Torben Ingerslev Roug



Winogradsky-søjle som indeholder en model af et bund/vandsøjle-bakteriesamfund

Bio-geo-kemi ... bakterier der bringer næringsstoffer tilbage fra graven

Kigger du ned i mudderet på bunden af en sø, et vandhul, eller på bunden af havet, er det ikke sikkert, at du oplever et stort, fantastisk væld af liv. Men der er faktisk vildt meget gang i det mudder. Bakterier der ånder og omsætter alle mulige slags stoffer, hvor ilt sjældent er en del af processen. Der kan være rigtig mange forskellige bakterier i spil, som lever mere eller mindre af hinandens affaldsstoffer. De kan hente deres energi fra molekyler som svovlbrinte (H_2S), brint (H_2), jern (Fe^{2+}), ammonium (NH_4^+) og sulfat (SO_4^{2-}). Det unikke ved dette mudderbakteriekredsløb er, at de tilvejebringer næringsstoffer fra de døde og begravede organismer, der er sunket ud af vandet og ligger og rådner på bunden. Bakteriernes bio-geo-kemiske kredsløb re-mineraliserer ioner, som fotosyntetiserende organismer har brug for til at opbygge biomasse, og som ellers var bundet i de døde organismer i mudderbunden. De steder hvor bakterierne ikke har gjort dette stykke arbejde helt færdigt for millioner af år siden, er dér, hvor vi de sidste par hundrede år har hentet fossile brændstoffer som naturgas, olie og kul.

Bakterierne i din krop - metagenomet

Bakterier har været en central del af vores liv, lige siden vi blev født. Her blev vi allerede podet med de første mælkesyrebakterier på vej igennem fødselskanalen. Hvis kejsersnittet er vejen ud i verden har

infantis i vores tyktarm. De korte fedtsyrer optages i vores krop over tarmvæggen og bidrage til en god og sund vækst af krop og immunsystem.

Denne første etape i vores mikrobiom bliver udvidet fra nogle få kolonier til omkring 500 forskellige bakteriestammer,

” Som professor Tom Fenchel skriver i sin bog *Det første liv* (2000), så er det svært at forestille sig, at man på de ca. 150 år, hvor forskningen i livets opståen har foregået, skulle kunne genskabe de præcise rammer for de mange tilfældige hændelser, der førte til, at det første liv opstod.

der formentlig stået en jordmoder klar og sørget for, at man alligevel fik en ordentlig omgang mælkesyrebakterier fra sin mor, så den bakterielle invasion af mave-tarmsystemet kunne få en god kickstart. Den mest dominerende bakteriestamme i starten er *Bifidobacterium infantis*. Det er den eneste mælkesyrebakterie, der formår at udnytte alle de helt særlige korte sukkerkæder, som findes i den brystmælk, mennesker producerer. Vi har ikke selv enzymer i vores repertoire, der kan udnytte energien i disse sukkerkæder, som derfor omsættes til korte fedtsyrer af *B.*

der bebor vores krop resten af vores liv, særligt tyktarmen. Når en bakterieflora er fuldvoksen, hvilket sker, når man er cirka tre år, har mælkesyrebakterierne ikke længere den samme dominerende rolle i fordøjelsessystemet.

Professor Oluf Borbye Pedersen fra Københavns Universitet vandt forskningskommunikationsprisen i 2018 for sin forskningsgruppes arbejde med at kortlægge 10 mio. gener fra tarmbakterier og den indflydelse, en genpulje på 40 gange vores egen har på vores krop og sundhed. Der er pt. forskningsprojekter, der undersøger samspillet mellem et menneskes eget genom og mikrobiom i forhold til risikoen for at udvikle livstil sygdomme som overvægt og diabetes. Det samme gælder for hjerne-tarm forbindelsen og bakteriers indflydelse på menneskets psykiske sundhed.

Det sidste lyder lidt vildt, men der er masser af bakterier, der producerer stoffer, som minder om de neurotransmittere, der er med til at regulere vores humør og sindstilstand. De stoffer er i stand til at vandre fra tarmen og over i blodet, og derfra er der ikke langt til hjernen.

Mange forskere er efterhånden af den overbevisning, at vores mikrobiom fak-

Eksempel på et forsøg med det bio-geo-kemiske kredsløb

Man kan ret enkelt lave sin egen model af et bund/vandsøjle-bakteriesamfund. Eksempel på dette kan være Winogradskysøjlen. Her blander du mudder fra det nærmeste vandhul eller sand fra stranden, med knust tavlekridt og gipsplade eller støbegips, hælder vand ovenpå, lukker cylinderen/flasken af og stiller den i vindueskarmen en måneds tid. Du kan evt. supplere med jernspåner, hvis du vil se flere farver og beviser for endnu større bakteriediversitet. Dokumentér evt. udviklingen løbende med billeder. Man kan også lave to og lade den ene stå i mørke og den anden i lys.

tisk bør betragtes som et separat organ i vores krop og ikke som eksterne symbionter. Den samlede genpulje for os og vores mikrobiom har fået betegnelsen metagenomet.

Bakterier der styrer insekters sexliv

Michael Thomas Poulsen, fra Københavns Universitet forsker i sociale insekter. Han har meget fokus på de tarmbakterier og svampe, som hjælper termitter og myrer med at nedbryde hhv. træ og plantemateriale til sukkerstoffer. Det er symbioser, som har eksisteret i millioner af år, og som man faktisk ikke ved ret meget om, hvis man ser på dem med metagenom-briller.

Flere steder i verden har man kortlagt bakterier, som lever i endosymbiose med insekter, altså inde i insekternes egne celler, og hvor insekterne samtidig er smittebærere af sygdomme, som slår tusinder af mennesker ihjel hvert år. For få år siden lykkedes det at vaccinere en nilfeber-myg med en særlig stamme af bakterien, *Wolbachia*. Den undertrykker bl.a. opformeringen af den virus,

som forårsager nilfeber hos mennesker. Forsøget går ud på at introducere de vaccinerede myg i naturlige populationer af myg. *Wolbachia*-bakterien har en særlig evne til at producere hormoner, der tager kontrollen med myggenes sexliv og fx. kan omdanne hanner til hunner.

Hunner er lettere for bakterien at kontrollere og derfor videreføres bakterien lettere, når den sætter hunmyg til at klone sig selv. Potentialitet for den biologiske bekæmpelse er ret stort, da der er masser af andre lig-

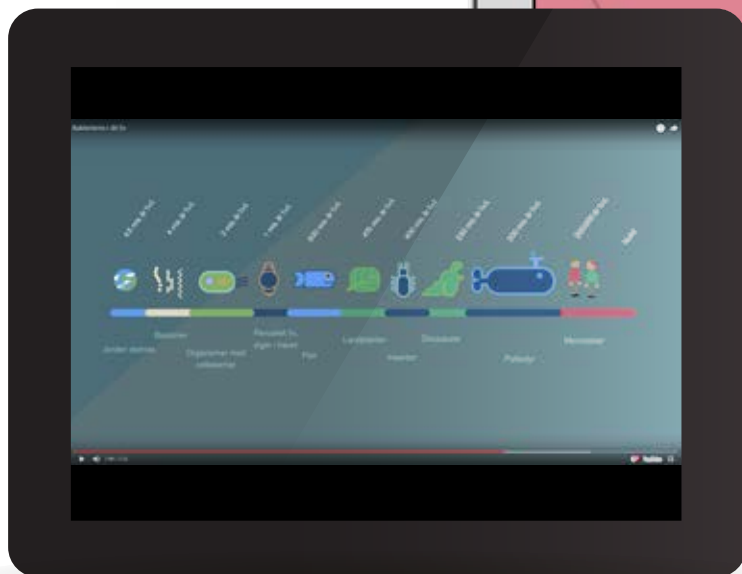
nende sygdomme, hvor smittebæreren er et insekt.

Torben Ingerslev Roug er leder af grundskolekontakten ved SCIENCE Skoletjeneste & Cirkus Naturligvis.

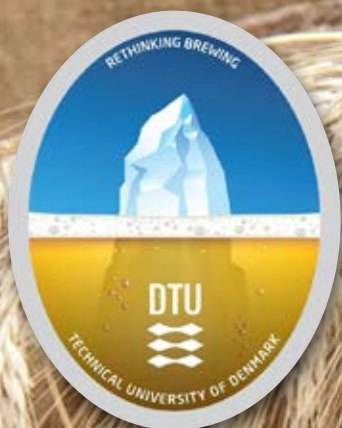
Bakterierne i dit liv

I december 2017 lancerede Cirkus Naturligvis et digitalt undervisningsmateriale med titlen "Bakterierne i dit liv". Her har vi sat fokus på samspillet mellem mennesket og bakterierne og den betydning, bakterier har for smag og konservering i vores madvarer. Det består af teaserfilm, artikler og forslag til undersøgelser og forsøg. Materialet er gratis og der findes et fysisk forsøgs-kit, der understøtter de aktiviteter, der lægges op til i materialet.

Læs mere på
www.bakterieliv.ku.dk.



www.bakterieliv.ku.dk



Mikkel Hansen
Bryggerileder på Bryggeri
Skovlyst kan træffes på:
Bryg@bryggeriskovlyst.dk

Skal der drikkes øl i skolen?

Nej, selvfølgelig ikke! Men artiklen handler derimod om et eksempel på, hvordan vi arbejdede med Skolen i Virkeligheden og et biologiprojekt mellem en 8. klasse fra Hareskov skole og Bryggerileder Mikkel Hansen fra Bryggeri Skovlyst

Af Kjeld Nørgaard

For et par år siden havde jeg en 8.klasse, hvor vi i en periode arbejdede med dyre- og planteceller i i biologi. Vi havde arbejdet både teoretisk og praktisk med cellers opbygning og egenskaber og ikke mindst med fotosyntese og enzymeres rolle ifm. nedbrydning

Alligevel syntes jeg, at vi manglede koblingen mellem skolen og virkeligheden. Måske mest fordi jeg igennem mit studie i Naturfagernes Didaktik blev meget inspireret af Knud Illeris tese om: „At hvis man ikke kan bruge det, man har lært i skolen i virkeligheden – har man så lært det?“ Men også det faktum at jeg mange gange i min undervisning er blevet mødt af elever, som stillede et centralt og vigtigt spørgsmål, nemlig *”hvad skal vi bruge det til?”*

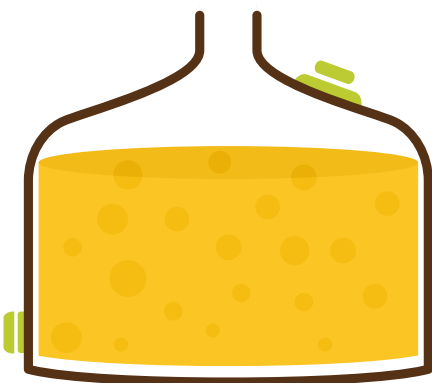
Disse to forhold har inspireret mig til at forsøge at koble de ting, vi arbejdede med i skolen til virkeligheden.

I dette tilfælde handlede det om, hvad celler bruges til, og hvordan man arbejder med celler i den virkelige verden. Det

finder naturligvis sted på mange områder, men det er ikke altid lige let at finde og få lavet aftaler, som passer ind i skolens – og virksomhedens – planer og muligheder. I dette tilfælde havde jeg tænkt, at jeg ville rette en henvendelse til Novo Science Ambassadør ordningen, som vi tidligere havde benyttet os af med stort udbytte. Disse besøg af unge studerende har altid givet eleverne en stor oplevelse og været en god inspirationskilde, men denne gang var jeg for sent ude og alt var optaget.

Hareskov skole ligger for foden af Hareskov, og vi har, igennem en årrække, arbejdet med Udeskole og Skolen i Virkeligheden og havde på daværende tidspunkt et fortræffeligt samarbejde med Naturstyrelsen Østsjælland, dels med Plant et træ projekt i skoven, men også ifm. bygning af en stor bålhytte til Udeskole brug.

Det var i forbindelse med indvielsen af bålhytten, jeg kom til at tale med Mikkel



Hansen, som er Bryggerileder på Bryggeri Skovlyst. I snakken kom vi ind på, hvad vi begge gik og lavede. Jeg fortalte ham, at jeg især arbejdede med matematik og biologi, og at vi p.t. arbejdede med celler i en 8.klasse. Hurtigt fik samtalen karakter af, at vi kunne „brygge“ noget sammen, og Mikkel var villig til at komme på skolen og vise og fortælle noget om, hvad det kræver at brygge øl.

Kort tid efter fik jeg sat skemaet sammen på en måde, så klassen og jeg havde en hel fredag til formålet. Tidligt om morgenen måtte jeg en tur til DTU, hvor Mikkel studerede på daværende tidspunkt. Vi fik lov at låne forskelligt bryggeriudstyr, måleudstyr og ingredienser til formålet. Planen var, at Mikkel skulle komme med et kort oplæg om, hvordan der bliver produceret øl i almindelighed og efterfølgende skulle eleverne selv prøve på egen krop at fornemme, hvad og hvilke ting, der skulle i kog og styres.

Nederst er skitseret måden det gøres på fra Det Danske Ølakademi i artiklen „Sådan brygges øllet“.

Mikkel startede med et teoretisk oplæg, hvor han først præsenterede dagens program og senere de processer, der er forbundet med selve produktionen. I oplægget fik eleverne at vide, at de kun kunne arbejde praktisk med en del-

proces, idet fremstilling af øl strækker sig over en lang periode. Afslutningsvis ville vi også i fællesskab komme ind på en drøftelse af forholdet til alkohol og de risici, der er forbundet med det. Endelig lagde vi vægt på, at arbejdet med dette emne på ingen måde skulle opfattes som en opfordring til at drikke – snarere tværtimod.

Eleverne udtrykte senere for mig, at de havde haft en lærerig dag, hvor de havde arbejdet konkret og praktisk med naturfaglige arbejdsmetoder samt fået sat nogle ting på plads og ikke mindst fået repeteret både begreber og sammenhænge i tidligere stof.

Hvordan de enkelte ting skal gøres i praksis er for omfattende og indviklet at beskrive og bør derfor prøves i praksis, og Mikkel Hansen stiller sig gerne til rådighed. Selv er jeg overbevist om, at dette også giver en hel anden forståelse en blot slavisk at følge en opskrift.

Rigtig god fornøjelse.

Kjeld Nørgaard er lærer PD.

1 Det danske ølakademi indgår følgende processer: Fremstilling af malt, spiring, tørring ristning, brygning, mæskning, urte-separering, urt kogning, samt sidst gæring

2 Urten er et restprodukt af den knuste malt, hvor skallerne er frasorteret og kan siden evt. bruges til dyrefoder



Udvikling af opskriften

Her handlede det om, hvilke ingredienser, der bør indgå og overvejelser over farve, sødme bitterhed, alkoholstyrke, samt forberedelse af maltningen.

Mæskning: Det var her eleverne selv var aktive og skulle drøfte, måle og tage stilling til en række forhold. Mæskning er den proces, hvor enzymerne omdanner stivelse i malten til forgærbare sukre. I det her tilfældet havde eleverne fået udleveret malten af Mikkel.

Byggen (kan også være andre kornsorter) har været igennem en spiringsproces i vand, er blevet tørret, rensat og er nu blevet til malt.

Mikkel havde under sit teoretiske oplæg fortalt dem om en mæskeprofil, som i virkeligheden var en temperaturprofil, som de skulle forsøge at følge.

Eleverne blev delt op i drenge- og pigehold og skulle så hver især vælge en profil, som de skulle forsøge at følge.

Løbende skulle de måle deres sukkerkoncentration og samtidig skulle de beregne, hvor meget sukker de havde hevet ud af byggen, i forhold til, hvor meget, der oprindeligt havde været.

Rent teoretisk skulle de også beregne, hvor meget alkoholprocenten kunne blive fra deres sukkervæske, samt den teoretiske bitterhed i „urten²“, idet der også var tilsat en hypotetisk mængde humle.

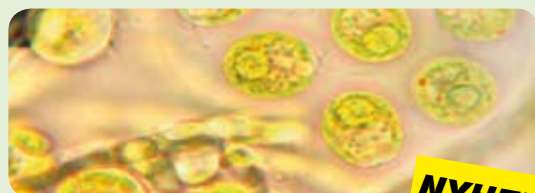
Afslutningsvis kan nævnes, at pigerne var dem, som kom tættest på deres beregnede forventninger og eleverne fik også lov (med tilladelse af deres forældre) at få en lille smagsprøve af sukkervæsken, som kaldes urt.

Vækstforsøg med mikroalger

For at vokse optimalt har mikroalger brug for lys, CO₂ og næringsstoffer som bl.a. kvælstof og fosfor i et vandigt miljø.

Da mikroalgen *D. tertiolecta* (modelorganisme) er en saltvandsalge, kræver denne også en passende koncentration af salt i mediet.

Der er mange dyrkningsparametre, der kan varieres, dog er det vigtigt at man i hvert enkelt forsøgsserie kun har en variabel, da det ellers er umuligt at afgøre hvilken faktor, der har givet anledning til ændringer i algens vækst.



NYHED

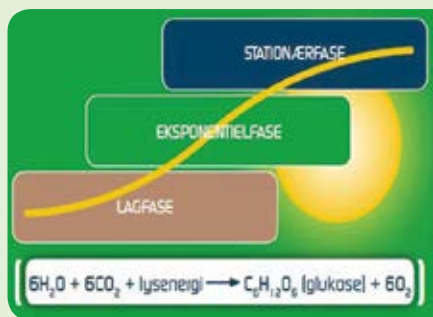
Mikroalge *Dunaliella Tertiolecta* i 50 ml prøverør



Mikroalge til undervisningsbrug, *Dunaliella Tertiolecta*.
3% NaCl i 50ml prøverør med skruelåg.

Best.nr. MI-180

BESTSELLERPRIS kr. 340,-



NB!
En udførlig forsøgsvejledning "Algeinnovation" til undervisning i biologi, fysik/kemi og geografi - Fællesfagligt fokusområde, kan downloades gratis på www.skolebutik.dk

LabQuest 2 Vernier

Digital dataopsamling



Den mest brugervenlige datalogger til undervisningsbrug - nogensinde...



- Trådløs dataopsamling via USB, Wi-Fi og Bluetooth
- Brug den med iPad, iPhone, Android, PC og Mac
- Op til 5 eksterne sensorer - samtidigt...
- Del med 6 eller flere enheder - også i felten!
- Over 90 forskellige sensorer - med AutoID
- **Nu 17 forskellige Bluetooth sensorer - med AutoID**
- 5 indbyggede sensorer: Lyd - lufttemperatur - lys - accelerometer og GPS
- Indbygget periodisk system
- Dansk software - gratis opdatering - 5 års garanti!
- Kan fungere som alm. måleinstrument med sensor

Best.nr. Labquest2

BESTSELLERPRIS kr. 3.350,-

Sensorer til LabQuest2

Alle sensorerne er auto-ID og kræver ingen opsætning. Nedennævnte er kun et lille udsnit af de i alt 90 forskellige Vernier-sensorer



- Best.nr. CO2-BTA Sensor CO₂-luft 0-100.000ppm
BESTSELLERPRIS kr. 3.113,-
- Best.nr. O2-BTA Sensor ilt-luft 0-27% elektronisk
BESTSELLERPRIS kr. 2.350,-
- Best.nr. BC-2000 Biokammer 2 liter til bl.a. fotosyntese
BESTSELLERPRIS kr. 238,-
- Best.nr. PH-BTA pH-sensor til generelle pH-målinger i felten
BESTSELLERPRIS kr. 1.113,-
- Best.nr. TMP-BTA Temperatur-sensor -40°+135° (rustfri) til feltbrug
BESTSELLERPRIS kr. 363,-
- Best.nr. TLP-BTA Temperatur-sensor -50°+150° 30m. lang ledning
BESTSELLERPRIS kr. 988,-
- Best.nr. LS-BTA Lys-sensor max. 150.000 Lux
BESTSELLERPRIS kr. 688,-
- Best.nr. ODO-BTA Optisk ilt-sensor til vand, 0-20mg/L
BESTSELLERPRIS kr. 4.279,-
- Best.nr. SAL-BTA Salnitets-sensor 0-50 ppt
BESTSELLERPRIS kr. 1.150,-

Skal aldrig kalibreres!

Vi ses på BIG BANG i Odense!

skolebutik.dk

Alle priser og tilbud er excl. moms og gældende indtil andet angives

Se mere på vores webshop:
www.skolebutik.dk
- eller ring 4470 4000

Familiedrevet siden 1987...



Hvordan kan man bruge eksperimentet på de forskellige trin?

Indskoling

Selve eksperimentet er ret simpelt, så dele af det kan udføres i indskoling - her skal læreren dog udføre de lidt mere krævende dele af eksperimentet selv, fx produktion af mælkevækstmedie.

Mellemtrin

Her kan læreren også inddrage eleverne i produktionen af vækstmedier og evt. supplere eksperimentet med de valgfri aktiviteter, afhængigt af elevernes niveau.

Udskoling

Her kan eleverne selv udføre alle elementer i eksperimentet, og læreren fungerer som facilitator. Suppler evt. med valgfri aktiviteter.

Gymnasiet

Til gymnasiet er der udarbejdet supplerende aktiviteter, som løfter niveauet, fx en aktivitet, hvor eleverne laver tyndtlagscromatografi (TLC). En TLC bruges til at analysere, hvilke organiske syrer der er i en bakterieprøve, fx lactat, som mælkesyre bakterier producerer. Der er ligeledes en film, som viser, hvordan Novozymes arbejder med at artsbestemme bakterier, hvor de ved brug af en 'biotyper-maskine' kan artsbestemme bakterier ud fra deres proteinsammensætning.

Masseeksperiment 2018:

Jagten på de gode bakterier

Astras Masseeksperiment er citizen science for skoler. Eleverne går på jagt efter gode bakterier, som kan være livsnødvendige, og som kan hjælpe forskerne med at løse udfordringer med mangel på fødevarer eller behandling af sygdomme. Elevernes indsamlede prøver vil blive brugt i forskningen på Novozymes

Af Susanne Hjortlund

Astras Masseeksperiment 2018 handler i år om, at bakterier ikke kun er dårlige eller farlige, men i mange sammenhænge er livsnødvendige og dermed gode bakterier. Det bidrager desuden til fortællingen om, at brugen af gode bakterier kan være med til at løse relevante samfundsudfordringer som fx mangel på fødevarer eller behandling af sygdomme. Det er også fortællingen om menneskets mikrobiom – at vi hver især er født med vores helt egen 'pakke' bakterier, der er livsnødvendige for vores sundhed og trivsel.

Masseeksperimentet er en del af Naturvidenskabsfestival i uge 39. Det er udviklet i samarbejde med Novozymes og støttet af Industriens Fond – og testet i praksis på en skoleklasse. Eksperimentet er en naturvidenskabelig undersøgelse i

sin rene form. Et citizen science-projekt, hvor eleverne bruger naturvidenskabelige undersøgelser og metoder i en virkelighedsnær og meget relevant sammenhæng.

“I årets Masseeksperiment er der stort fokus på den naturvidenskabelige arbejdsmetode, hvor eleverne skal følge en protokol. Det kan godt være en udfordring, derfor har vi lavet en række videoer, som skal guide elever og lærere gennem eksperimentet,” fortæller Lene Christensen fra Astra, som er biolog og projektleder for Masseeksperimentet.

Masseeksperimentet holder liv i gnisten

Arbejdet med Masseeksperimentet peger op i Fælles Mål og opbygger de kompetenceområder, eleverne skal

” Det at kunne undersøge – og at kunne lide at undersøge – er en essentiel del af undervisningen. Den gnist skal vi holde liv i hele tiden, undersøgelseskompetencen er lige så vigtig som at kunne læse og regne.



Foto: Astra/Sanne Vils

bruge, både ved den nye fælles prøve i naturfagene og videre i deres uddannelsesforløb.

I arbejdet med Masseeksperimentet er den naturvidenskabelige arbejdsmetode i centrum. Det er centralt for naturfagsundervisningen, ligesom metoden understøtter elevernes nysgerrighed, læring og engagement.

”Det at kunne undersøge – og at kunne lide at undersøge – er en essentiel del af undervisningen. Den gnist skal vi holde liv i hele tiden, undersøgelseskompetencen er lige så vigtig som at kunne læse og regne. Masseeksperimentet bakker op om det af tre årsager: Der er fokus på metode, og ikke kun produkt. Det er virkelighedsnært, det skal have

noget med elevernes hverdag at gøre. Og eksperimentet er lavet i samarbejde med forskere, som ikke kunne komme i mål uden elevernes del af eksperimentet – det trækker virkeligheden ind i undervisningen, og det motiverer,” siger Lene Christensen.

Eleverne skaber Danmarks største bakteriebank

Men hvordan kan det egentlig være, at forskerverdenen vil bruge tid på et skoleprojekt som Masseeksperimentet?

”Det gør de, fordi de får mulighed for at få indsamlet langt større mængder data, end de ellers ville have mulighed for. I dette års Masseeksperiment står eleverne endda for den første del af forskningen, som personalet hos Novozy-



Foto: Astra/Sanne Vils



Foto: Richard Witting

Astras
Masseeksperiment
er lavet i samarbejde
med Novozymes og
støttet af Industriens
Fond



Foto: Astra/Sanne Vilis

mes ellers ville have taget sig af – at behandle og analysere prøverne. Delta-gerne i eksperimentet sender ikke bare nogle blade ind til forskerne, de sender analyserede prøver. Novozymes siger selv, at de ikke ville kunne lave dette forskningsprojekt uden eleverne – eleverne er med til at lave Danmarks største bakteriebank til gavn for forskere i hele verden.”

Elevernes prøver vil blive offentliggjort på et Danmarkskort – hvilke mælkesyre bakterier er fundet hvor. Det bliver den første af sin slags i Danmark. Bakteriefundene vil blive gemt i en offentligt tilgængelig bakteriebank, hvor forskere der arbejder med samfundsudfordringer som fødevarerproduktion eller profylak-

tisk sygdomsbekæmpelse kan henvende sig og få tilsendt bakterier til brug for deres forskning.

Det obligatoriske

Det samlede Masseeksperiment består af en obligatorisk forskningsmæssig del og en række valgfrie aktiviteter knyttet til eksperimentet.

I den obligatoriske del af årets Masseeksperiment går eleverne på jagt efter nogle af de gode bakterier, helt præcist efter arter af mælkesyrebakterier, fx *Lactobacillus*. *Lactobacillus* lever på overfladen af planter, såkaldte epifytiske bakterier.

Eleverne arbejder efter en protokol, de producerer vækstmedier og kontrol-

lerer, de indsamler planteprovér i naturen, behandler og analyserer prøverne, registrerer data og indsender prøverne til forskerne på Novozymes. Du kan finde lærervejledningen, protokol og sådan-gør-du-videoer på masseeksperimentet.dk/lærervejledning.

Det valgfri

De valgfrie aktiviteter kredser alle om mikroorganismer, herunder bakterier. Du kan som underviser/lærer selv vælge, hvilke valgfrie aktiviteter, du ønsker at inddrage i din undervisning. Der er målrettede aktiviteter til både indskolingen, mellemtrinnet og udskolingen, ligesom der er aktiviteter målrettet ungdomsuddannelserne.



Foto: Reinhard Witting

Find vejledninger til de valgfrie aktiviteter på masseeksperiment.dk/valgfrie-aktiviteter.

Afsløring af Masseeksperimentet

Da sløret blev løftet for Astras Masse-eksperiment 2018 ved Big Bang-konferencen i Odense i april, var lokalet pakket med nysgerrige lærere, der fik lejlighed til at afprøve eksperimentet sammen med ph.d. Preben Nielsen og laborant Gitte Bank fra Novozymes samt projektleder Lene Christensen fra Astra.

En af de heldige, der havde sikret sig plads i workshoppen, var Birgitte Søe fra Stensballe skolen. Her er hun naturfagsvejleder i Læringscentret og underviser 7.-8. klasse i biologi.

“Vi har nogle klasser med i Naturvidenskabsfestival og Masseeksperimentet

hvert år, men i år vil vi have flere med; 3., 6. og 8. årgang skal være med i festivalen i uge 39, og 6. og 8. klasse skal deltage i Masseeksperimentet,” fortæller Birgitte Søe.

“Bakterier er en del af pensum i udskoling, så det er en stor hjælp at være med i Masseeksperimentet og arbejde praktisk med det. Vi vil nok supplere med nogle flere forsøg fx at lave yoghurt.”

Birgitte Søe er godt i gang med planlægningen af uge 39:

“Vi skal nok have et tema om, at vi skal flytte ud at bo i rummet – kan man leve derude? Og kan man tage bakteriestammer med? Det er jeg ved at arbejde på nu.”

Susanne Hjortlund er journalist i Astra.

”Novozymes siger selv, at de ikke ville kunne lave dette forskningsprojekt uden eleverne – eleverne er med til at lave Danmarks største bakteriebank til gavn for forskere i hele verden.

Det fik forskerne ud af tidligere Masseeksperimentet

I et af Astras tidligere Masseeksperiment har forskerne i indeklima fået hjælp til at kortlægge indeklimaet på skoler, i et andet har forskere i børns inkontinens fået bekræftet deres mistanke om, at der var sammenhæng mellem skolernes toiletforhold og de øgede problemer med inkontinens hos børn og unge.

Find eksperimentvejledninger og forskernes resultatrapporter fra tidligere Masseeksperimentet på naturvidenskabsfestival.dk/eksperimentarkiv.



NYHED

565607

195,-

Frederiksen[®]

Passion for science

SMARTPHONEADAPTER TIL MIKROSKOPER

Med denne solide adapter - udført i aluminium - er det legende let at tage gode billeder med smartphone gennem mikroskopets okular. Når man har fået centreret mobilens kamera over okularet, kan man zoome til et firkantet billede, og derefter tage billedet.

Adapteren kan monteres på okularer med en diameter på 25-48 mm og dermed også på stereolupper og visse teleskoper. Passer til en smartphone, som måler 5,5-10 cm i bredden.

Frederiksen Scientific A/S · Viaduktvej 35 · DK-6870 Ølgod · Tlf. 7524 4966 · Fax 7524 6282 · info@frederiksen.eu · www.frederiksen.eu

Alle priser er ekskl. moms

6 forsøg om mikro

”Mikrobiologi? Hvad er det?!” Mange elever har ikke hørt om mikrobiologi før. De ved derfor heller ikke, hvad det handler om, eller hvorfor det er relevant for dem at lære om. Herunder er en guide til 6 forsøg fra Biologifaget.dk og NaturTeknologifaget.dk, som gør mikrobiologi interessant og vedkommende



Biologifaget

1 Bakterier på sukkerærter

I aktiviteten „Bakterier på sukkerærter“ skal dine elever undersøge fødevarerforurening ved at lave forsøg med sukkerærter. Ved hjælp af petriskåle med agarplader skal de undersøge sukkerærterne i tre forskellige stadier: frisk fra emballagen, skyllede og efter opkog. De skal opstille hypoteser og til sidst undersøge, hvornår der opstår bakteriekolonier. Endelig skal de argumentere for, hvordan man kan reducere risikoen for smitte via fødevarer.

Find aktiviteten her:
clionline.dk/bakterier

2 Saftspænding i kartofler

Vi hopper direkte fra sukkerærter til kartofler. I aktiviteten „Undersøg kartofler“ skal dine elever undersøge saltkoncentrationens betydning for saft-

spændingen i kartoffelceller. De skal undersøge kartoffelstænger, der ligger i forskellige opløsninger af natriumklorid, og ud fra forsøget forklare, hvad osmose er.

Se aktiviteten her:
clionline.dk/saftspaending

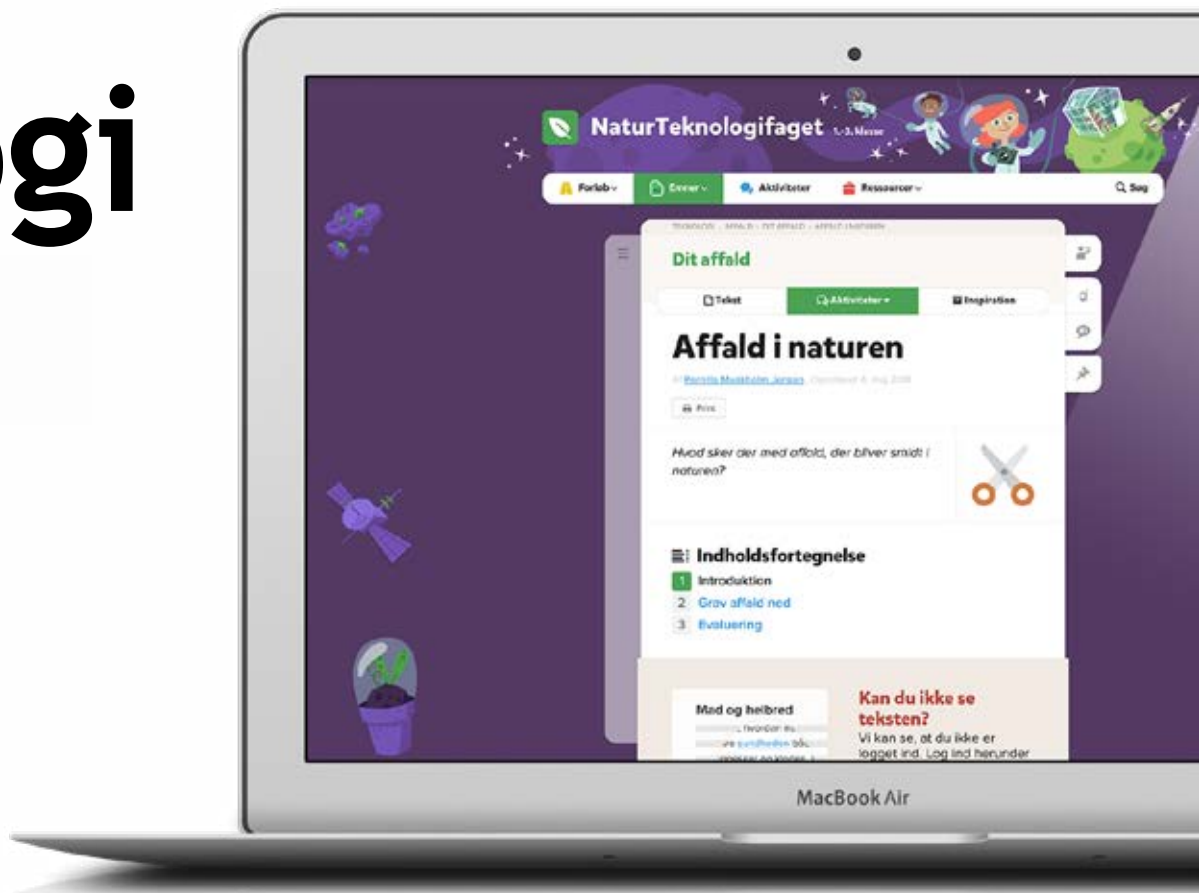
3 Hvad spiser gær?

I aktiviteten „Hvad spiser gær?“ skal dine elever lave et eksperiment, der viser, hvad gær foretrækker at spise. De skal blandt andet fodre gæret med mel, salt og en småkage. Vi ved godt, hvad vi ville foretrække at spise, men har gæret det på samme måde? Ud fra forsøget skal de finde ud af, hvornår gærcellerne laver respiration, og hvilket næringstilbud gærcellerne trives bedst i.

Se aktiviteten her:
clionline.dk/hvad-spiser-gaer



biologi



NaturTeknologifaget

1 Bakterier

Hvad sker der med en gulerod, der bliver efterladt nogle dage? Det er netop det, dine elever skal undersøge i den første aktivitet til natur/teknologi. I forsøget skal eleverne igennem et mikroskop se de bakterier, der er vokset frem på en gulerod, de har placeret lunt og mørkt i nogle dage. Afslutningsvis skal eleverne tale om, hvordan de kan give bakterier de bedst mulige betingelser for at udvikle sig.

Find aktiviteten her:
clioonline.dk/nedbrydere

2 Svampe

Vi bliver lidt i samme boldgade, for i aktiviteten „Nedbrydere – svampe“ til mellemtrinnet skal dine elever undersøge, hvordan svampe nedbryder madvarer. I forsøget skal dine elever finde ud af, hvad der med tiden sker med et stykke toast, der er blevet rørt godt og grundigt ved. Toasten skal lægges i en petriskål, og efter nogle dage skal de undersøge indholdet gennem en stereolup.

Se aktiviteten her:
clioonline.dk/svampe

3 Affald i naturen

Med denne aktivitet kan de mindste elever i indskolingene også introduceres for mikrobiologiens verden. Eleverne skal observere, hvad der sker med affald, de har gravet ned og efterladt i tre uger i jorden. Aktiviteten lægger op til en klassesamtale om, hvilke typer affald der nedbrydes mest i jorden og hvorfor.

Se aktiviteten her:
clioonline.dk/affald-i-naturen

Charlotte Sørensen er digital redaktør hos Clio Online.



www.bakterieliv.ku.dk

Nyt undervisningsmateriale fra Københavns Universitet

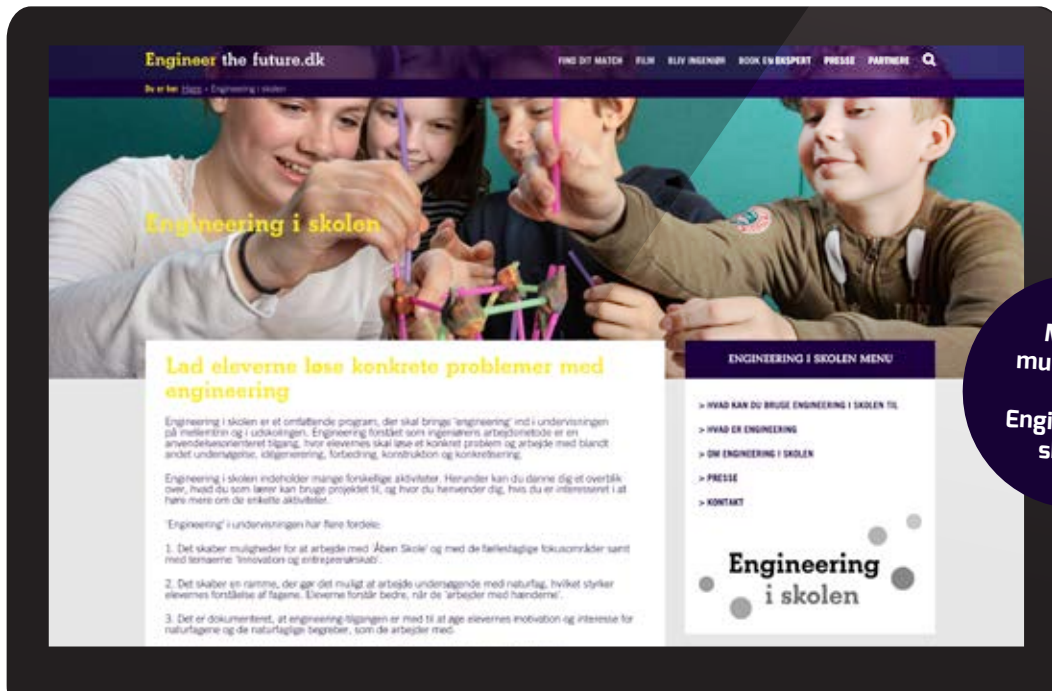


www.emu.dk/modul/dyrkningsforsog-med-bakterier-0#

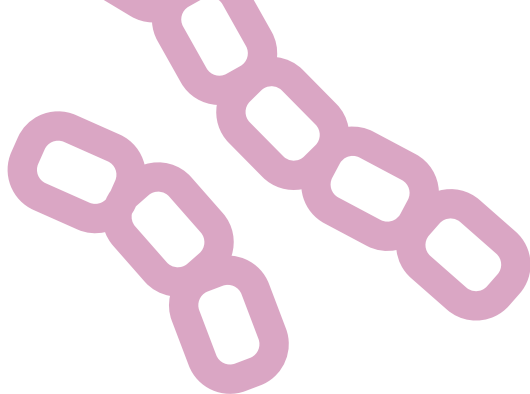
Har du brug for inspiration til din undervisning i mikrobiologi?



Mange muligheder med Engineering i skolen



www.engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen



Helt ny e-bug med introduktion til mikroorganismer og tilhørende undervisningsmateriale



Så anbefaler vi dig at tjekke disse gode ressourcer ud!

www.e-bug.eu/senior_pack.aspx?cc=dk&ss=3&t=e-Bug: Introduktion til mikroorganismer
www.e-bug.eu/beat-the-bugs

Forsøgsvejledning til DNA udtræk fra kiwi fra Københavns Universitets Science skoletjeneste

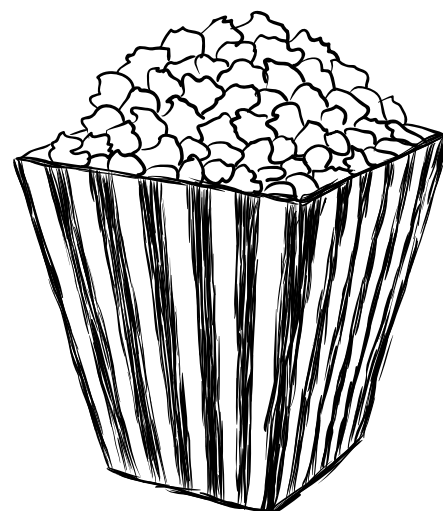
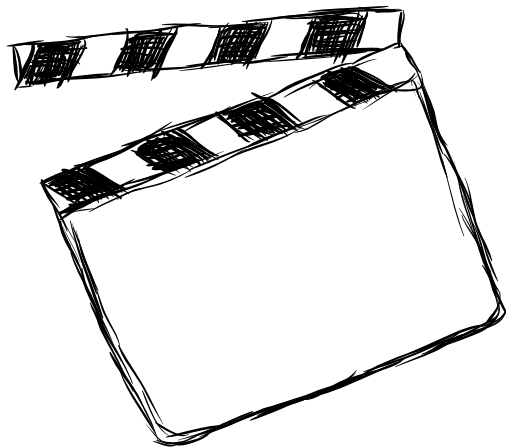


www.science.ku.dk/oplev-science/grundskolen/science_skoletjeneste/inspiration/inspirationssider/goer_det_selv/kiwi_dna



Astma-Allergi Danmarks undervisningsmateriale om hudallergi

www.astma-allergi.dk/jagten_paa_allergien



Animationer af Naturens Fænomener

Med animationer kan du zoome ind på naturens mindste levende organismer og de fantastiske mekanismer, der får det hele til at fungere. Har du prøvet at bruge animationer i undervisningen til at forklare biologiske fænomener og begreber og samtidig synliggøre de komplekse processer?

Af Helle Kann

Arbejdet med animationer er et rigtigt godt læringsværktøj i naturfagsundervisningen. Mange af de fænomener og begreber, der arbejdes med i biologi, kan være svært tilgængelige og kræve et stort abstraktionsniveau, fordi de netop er mikroskopi-

usynlige fænomener, og animation er derfor velegnet til at anskueliggøre, hvad der sker på det mikroskopiske plan.

Man kan grave ned under jordskorpen og beskrive mikroorganismernes liv i den mørke muld, eller bruge animation til at skabe overblik og sammenhæng over evolutionen og de mekanismer, der driver udviklingen. Den millioner af år lange tidsperiode

kan trækkes sammen til få sekunder eller minutter, så evolutionen kan genskabes i en kort og overskuelig animation.

Man kan komme ind i blodbanen og blive pumpet med blodcellerne rundt på deres spændende rejse i kroppen, eller opleve kroppens evne til at bekæmpe de hidsige stafylokokkers angreb og indtrængen i sårskorpen.

Ja mulighederne er mange! Animation har stort pædagogisk og didaktisk potentiale. Gennem et systematisk arbejde med animation øges forståelsen, når det abstrakte bliver konkret for eleven.

Eleverne udfordres til at skabe mentale billeder af det, de undersøger

Der er utallige udfoldelsesmuligheder, når man først slipper kreativiteten løs inden

” Arbejdet med animationsfilm er et godt redskab til at få et mere konkret indblik i de biologiske processer og fænomener.

ske processer. Til disse er animationer et godt didaktisk værktøj. Med animationer er det nemlig muligt at synliggøre de ellers

for animationens vidunderlige verden! Fænomener bliver sprogliggjort og visualiseret. Man kan frit fremstille fænomener på mikro- og makroniveau, tværsnit, kredsløb og meget mere. Forestil dig at følge

carbons rejse og omdannelser i kredsløbet eller svampenes rolle som nedbryder af organisk stof. Da udfoldelsesmulighederne er utallige, betyder det dog også, at man må have et særligt fokus for de evigt

gældende naturlove, hvis processen skal munde ud i en troværdig animationsfilm. Man må eksempelvis forholde sig til både tid, kraft, hastighed og acceleration, hvis man skal animere en hare, der hopper.

Arbejdet med animationsfilm er et godt redskab til at få et mere konkret indblik i de biologiske processer og fænomener. Man kan tage udgangspunkt i en model og lade eleverne animere de processer, som modellen illustrerer, eller lade eleverne og animationen fokusere på et delelement af en proces.

Klasselokalet fyldes hurtig med faglige diskussioner og refleksioner, når eleverne skal animere biologiens begreber og fænomener. Animationsfilm skabes billede for billede, så der må opnås enighed om sammenhænge, samt hvordan fænomener og begreber illustreres og forklares. De fænomener eller processer, som eleverne skal animere, må studeres meget grundigt, så der kan tages stilling til hvert enkelt delelement i processen. Dialogen omkring begreberne giver et stort udbytte i forståelsen. Dermed får eleverne trænet forståelse samtidig med, at de bliver stimulerede til at tænke videre. Animationer åbner

Animationsprocessen

I arbejdet med animationsfilm, kommer eleverne igennem forskellige processer. Strukturen i disse processer er nødvendig for at opnå det fulde udbytte.

Idé

Idéfasesen giver rum til kreative udfoldelser, hvor eleverne kan dele deres opfattelser og ideer til animationsfilmen, hvorved deres forståelse af emnet synliggøres for læreren. Læreren må formulere en opgave, som kan stimulere elevernes tænkning.

Storyboard

Storyboardet er en tegneserie over ideen til animationsfilmen. På baggrund heraf kan der mere konkret arbejdes med optimering og forbedring af repræsentationerne af de biologiske fænomener og kommunikationen i animationen. Lad først grupperne gå i gang med at animere, når deres storyboard er godkendt. Derved bliver elevernes brug af fagbegreber og naturfaglige sammenhænge kvalitetstjekket.

Design

Eleverne tvinges til at danne indre billeder samt tage stilling til og vælge imellem forskellige repræsentationer, når figurerne skal konstrueres. Det kan være svært at udvikle fyldestgørende figurer til animationer af komplekse fænomener. For at undgå at drukne i opgaven er det vigtigt at huske, at designet ikke behøver være detaljeret. Det er en god idé at fokusere på enkle figurer, der både forsimples og tydeliggør repræsentationen og pointen. Figurer genkendes nemt, selvom de holdes i et enkelt udtryk.

Animation

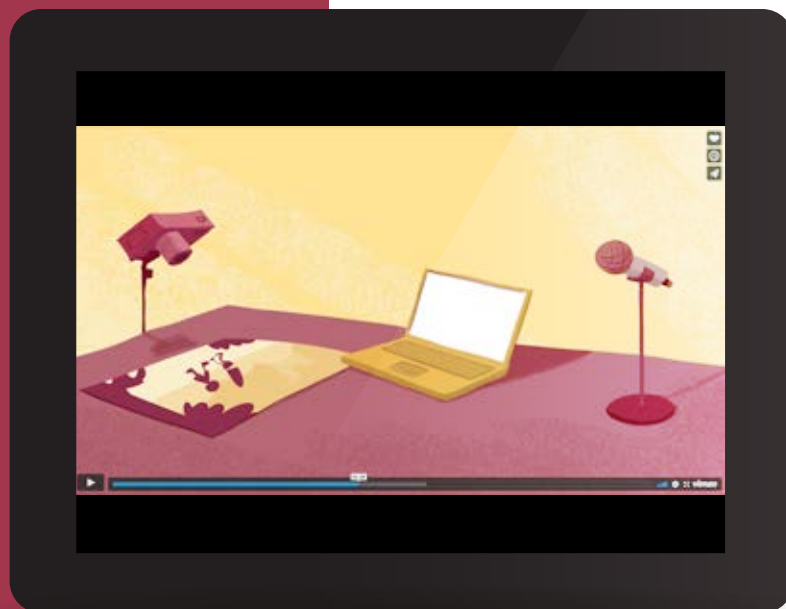
Bevægelsen er det, der binder fortællingen sammen og skaber sammenhæng i filmen. Der er principper for, hvordan man arbejder med bevægelse, spacing og klip for at lave en god animation. Det kan du udforske på www.naturanimation.dk under menupunktet Animation.

Lyd

Lyd er en vigtig del af det samlede resultat. Lyden sætter stemningen, men er samtidig også her eleverne får mulighed for at kommunikere og begrunde deres forklaringer i animationen.

Popcorn

Fremvisningen af animationerne er vigtig. Her kan de forskellige fagligheder evalueres og bearbejdes med refleksionsspørgsmål over animationerne.



derfor op for, at eleverne på nye måder udforsker og kommunikerer om biologisk viden.

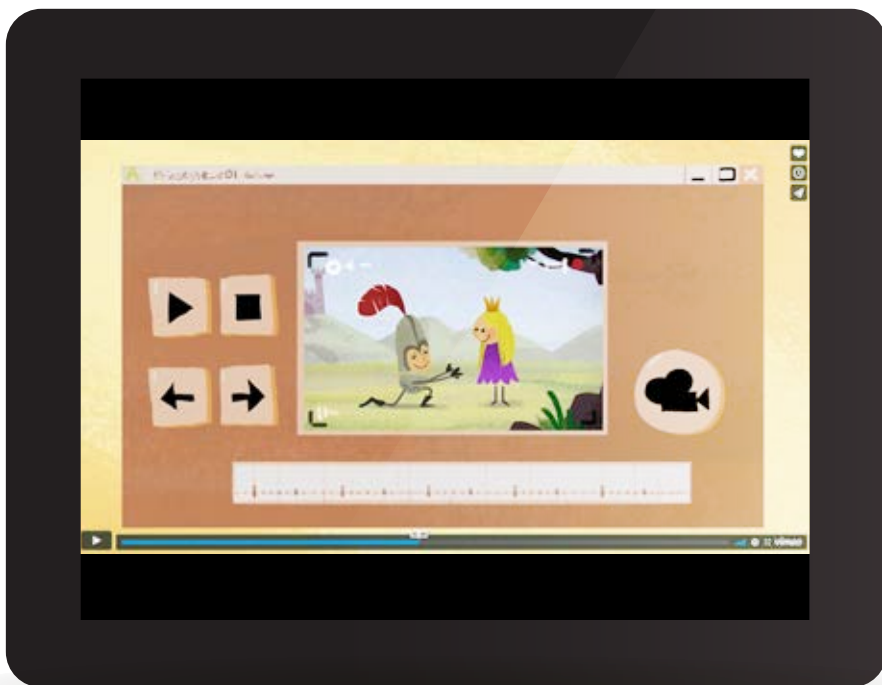
Udfordrer elevernes hverdagsforestillinger

Animation er desuden et godt værktøj til at udfordre elevernes fastgroede hverdagsforestillinger. Opgaven for læreren ligger i at udfordre og ændre på disse fejlagtige opfattelser. Det er i dialogen om animationerne, at elevernes forståelse og hverdagsforestillinger af de biologiske begreber og fænomener udvikles. Læreren kan med de rigtige igangsættende spørgsmål åbne op for, at eleverne bliver bevidste om deres forståelser og guidet videre i deres refleksioner over emnet.

I samtalen med eleverne omkring filmens indhold sikres samtidig også filmens faglige niveau. Det er lærerens ud-

” Netop det historiefortællende element vil i mange tilfælde øge interessen hos eleverne for arbejdet med biologiske begreber og fænomener.

fordring at sikre en systematisk kobling mellem elevernes hverdagsforestillinger og naturfaglige læring. Hertil er storyboardet et godt værktøj. Det er med til at målrette og synliggøre strukturen for animationen samt valget af billedbeskrivelser. Der kan der skiftes mellem beskrivelser og billeder på hhv. mikro- og makroniveau, så deres indbyrdes relation synliggøres. Totalbilleder passer til beskrivelser af stedet og miljøet på makroniveau, mens nærbilleder er ideelle til de vigtige detaljer og forklaringer på mikroniveau. Læreren kan udfordre ele-



verne til at omsætte de synlige iagttagelser på makroniveau til forestillingen om, hvad der sker på mikroniveau. Ved bevidst brug af storyboard kan læreren fastholde det naturfaglige fokus og samtidig facilitere elevernes faglige læring. Det er dog et spørgsmål om at finde den rette balance, så man ikke tager ejerskabet fra eleverne.

For eleverne handler det både om at få lavet en film, der er appellerende at se, men som også forholder sig til de biologiske emner og begreber. At arbejde i dette spændingsfelt er både udfordrende, spændende og lærerigt.

Eleverne arbejder kreativt og innovativt sammen

Animationsprocessen er en metode til at strukturere og formidle en god historie. Fantasien, det faglige og det kreative element smelter med animationer pludselig sammen og bliver forenelige. Netop det historiefortællende element vil i mange tilfælde øge interessen hos eleverne for

arbejdet med biologiske begreber og fænomener.

Samtidig giver arbejdet med animationer plads til en mangfoldig elevgruppe, hvor deres forskellige forudsætninger og kompetencer bringes i spil. Kreative designmagere, innovative historiefortællere og stille tekniknørder bidrager alle på lige fod med de naturfagligt stærke elever. Animation giver mulighed for at elever, som er læse- og skrivesvage, får en god oplevelse med at kommunikere og indgå i samarbejde med andre elever, da der er tale om et stærkt visuelt sprog.

Således har brugen af animationer som læremiddel i biologi mange didaktiske og pædagogiske fordele. Arbejdet med animationer er på den ene side sjovt og appellerer til en mangfoldig elevgruppe, og på den anden side kan det udfordre og bryde med elevernes hverdagsforestillinger – men kun så længe læreren forstår at rammesætte processen og udnytte elevernes dialog om de biologiske emner til en undersøgende samtale som en vej til forståelse.

Helle Kann er projektleder ved Naturvidenskabernes Hus.

Verden er tværfaglig



Verdens Naturfag er en ny bogserie for 7.-9. klasse, der lærer dine elever at se sammenhænge i naturvidenskaben. Materialet dækker biologi, geografi og fysik/kemi og styrker både klassens kompetencer i de enkelte fag og på tværs af fagene. Formatet gør det let at sammensætte fællesfaglige forløb. Og klare læringsmål og korte lærevejledninger hjælper dig med at møde kravene fra den nye reform. Systemet kommer til 8. klasse i 2018 og 9. klasse i 2019.

Prøv Verdens Naturfag gratis i 30 dage på verdensnaturfag.gyldendal.dk

GYLDENDAL





Foto: Brian Ravnborg Christensen



Galeasen Aventura i Middelfart Gl. Havn

Foto: Brian Ravnborg Christensen



Foto: Jakob Skovmand



Foto: Jakob Skovmand

Marsvinesafari 2018

Biologiforbundets årlige marsvinesafari en varm sommerdag i juli bød endnu engang på dejligt solskin, mange marsvin og godt humør. Udover marsvin fik vi også fornøjelsen af at observere en dykkende skarv, som fiskede fladfisk fra bunden. Det smukke træskib Aventura satte rammerne for en tur, hvor medlemmer, familie og bestyrelse kunne mødes omkring en fælles naturoplevelse på en af landets smukkeste sejlrunder



Foto: Jakob Skovmand

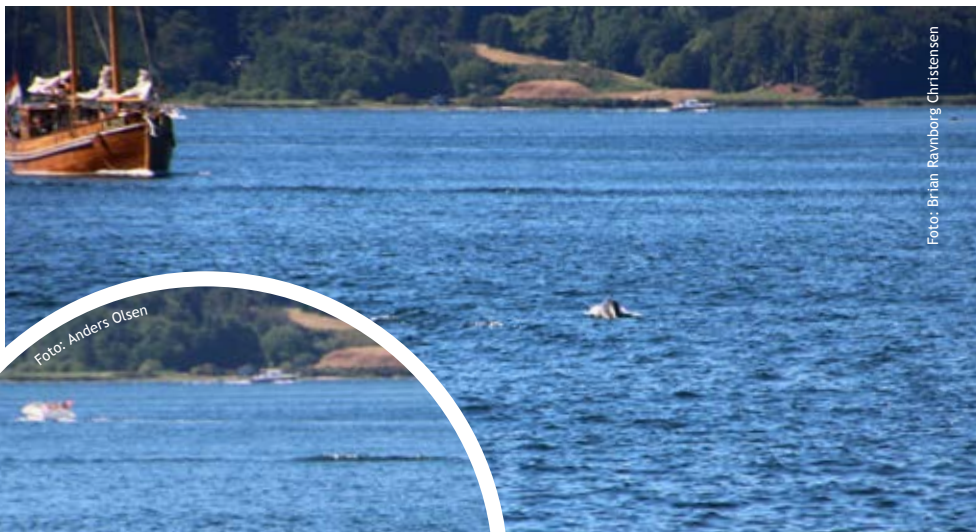


Foto: Brian Ravnborg Christensen



Foto: Anders Olsen

Turen gennem Lillebælt varede 3 timer og bød på mange flotte udsigter - og ikke mindst mange marsvin



Foto: Anders Olsen

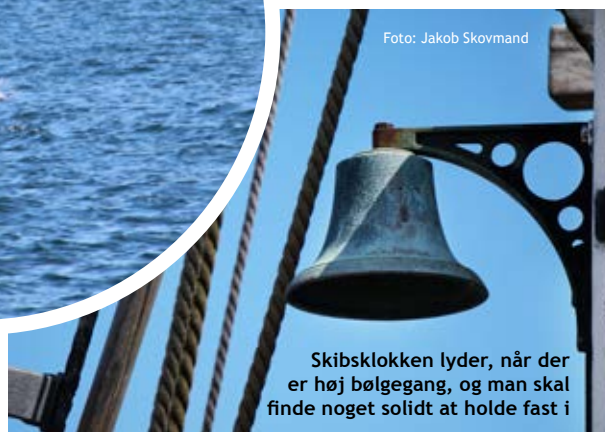


Foto: Jakob Skovmand

Skibsklokken lyder, når der er høj bølgegang, og man skal finde noget solidt at holde fast i

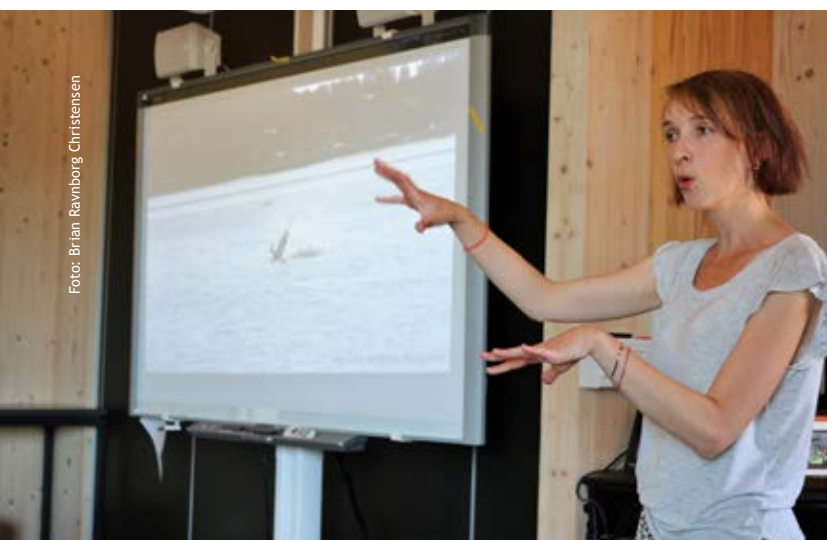


Foto: Brian Ravnborg Christensen

Kaskelots redaktør Anne-Mette Høeg Andersen, som er uddannet havbiolog og har arbejdet med marsvin på Fjord&Bælt, holdt oplæg på Hindsgavl Naturcenter om marsvin og hvaler. Hun medbragte tænder fra kaskelothvaler og spækhuggere venligst udlånt af Zoologisk Museum i København



Foto: Jakob Skovmand

Også børnene havde en god oplevelse ikke mindst takket være Aventuras oplagte besætning og skipper, som glædeligt lod de helt små styre roret, mens de forklarede forskellen på styrbord og bagbord

Hold øje med www.biologiforbundet.dk, Facebook og Kaskelot for kommende ture og arrangementer med Biologiforbundet

Tid

Lørdag d. 22. september kl. 14 til
søndag d. 23. september kl. ca. 14

Sted

Fiskebæk Naturskole,
Frederiksborgvej 103A,
3500 Værløse

Overnatning i nærliggende
Bed & Breakfast

Tilmelding

Senest 10. september til
Biologiforbundets Sekretariat på
tlf.: 86 96 36 35 eller på mail:
kontakt@biologiforbundet.dk

Oplys medlemsnummer og evt.
skoles EAN nr. ved tilmelding

Maks. 20 deltagere

Pris

Medlemmer af
Biologiforbundet: 250 kr.

Ikke medlemmer: 600 kr.

Prisen dækker overnatning og
forplejning (kaffe/te, aftensmad,
morgenmad, frokost og drikkevarer)

Der må påregnes transport rundt i
området i egen bil

Praktisk

Medbring godt terrængående
fodtøj/gummistøvler, kikkert,
lommelygte/pandelygte og
hvad du ellers ikke kan
undvære



Furesøens biologi

Vi gør det igen og giver dig en unik mulighed for at fordybe dig i biologifagets feltbiologiske discipliner. Du bliver fagligt opdateret sammen med andre biologientusiaster og får masser af nye ideer til din undervisning. Denne gang skal det handle om ferskvandsbiologi med Furesøen som omdrejningspunkt



Biologimarathon 2018 – 24 timers feltkursus

Foreløbigt program

(med forbehold for ændringer)

Lørdag d. 22. september

kl. 14:00 Velkomst, præsentation af deltagere, gennemgang af programmet og praktiske informationer samt introduktion til Furesø

kl. 14:45 Feltundersøgelser, husk fornuftigt tøj og gummistøvler

Aften Oplæg om læring og naturfagsstrategi

Søndag d. 23. september

kl. 8:30 Godmorgen og gennemgang af dagens program

kl. 9:00 Feltundersøgelser fortsat

kl. 13:00 ca. Tilbage til hytten
Frokost, oprydning og opsamling



Ny spændende læsning for dig...

Jens Østergaard
Flemming Højgaard Madsen

Fisk kan ikke tale

kr. 298,-*

**Medlemspris
Pris for ikke-medlemmer: kr. 348,-
Priserne er ekskl. ekspeditions-
gebyr på 30 kr. og porto.*



Bog om Aage Hansen og hans kamp mod Cheminova, som måske kan betegnes som Danmarks største miljøskandale. Aage Hansen modtog i sin tid bl.a. Biologiforbundets Kaskelotpris for denne kamp. Forfatterne Jens Østergaard og Flemming Højgaard Madsen beskriver den barske historie om kemifabrikken Cheminova. 400 sider.

Bent Lauge Madsen

Naturhistorier fra bæk og å

kr. 365,-*

**Medlemspris
Pris for ikke-medlemmer: kr. 438,-
Priserne er ekskl. ekspeditions-
gebyr på 30 kr. og porto.*



En af Kaskelots trofaste skribenter og store naturformidlere ferskvandsbiolog Bent Lauge Madsen, der om nogen forstår vores vandløbs væsen, formidler her sammenhængen mellem livet i vandet og den øvrige natur. Her kan du helt sikkert finde inspiration til gode naturhistorier og spændende undervisningstemaer. Bent Lauge Madsen har desuden også modtaget Kaskelotprisen. Bogen "Naturhistorier fra bæk og å" er på 360 sider og kan købes hos Biologiforbundet.

Returneres ved varig adresseændring

Afs: Biologiforbundets sekretariat
c/o Grafsk Produktion Odense
Peder Skrams Vej 4
5220 Odense SØ

Bestilling på www.biologiforbundet.dk eller mail: kaskelot@mail.dk

Biologiforbundets sekretariat, Peder Skrams Vej 4, 5220 Odense SØ,
Tlf. 8696 3635, Telefontid: Mandag-fredag kl. 9-15