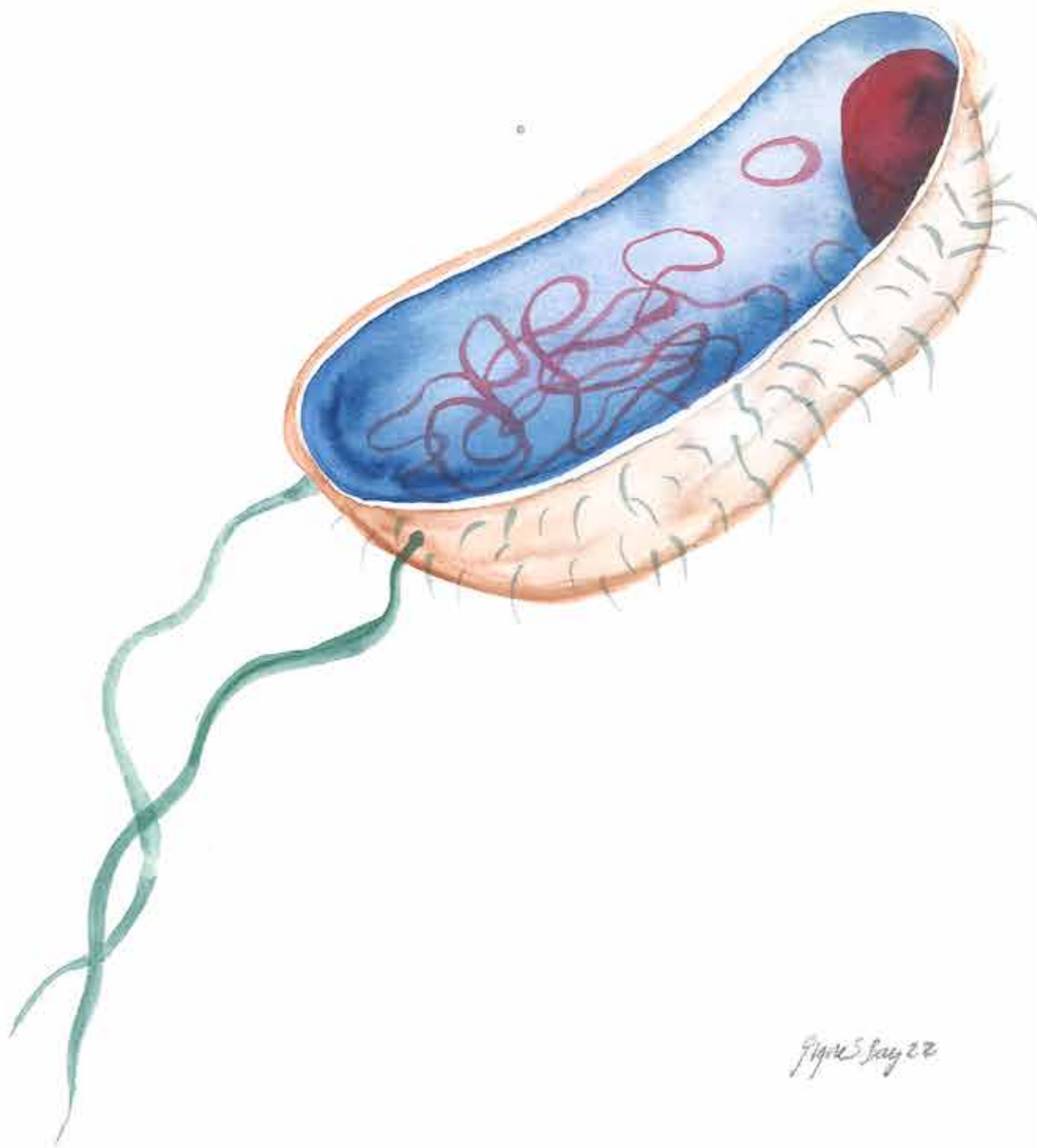
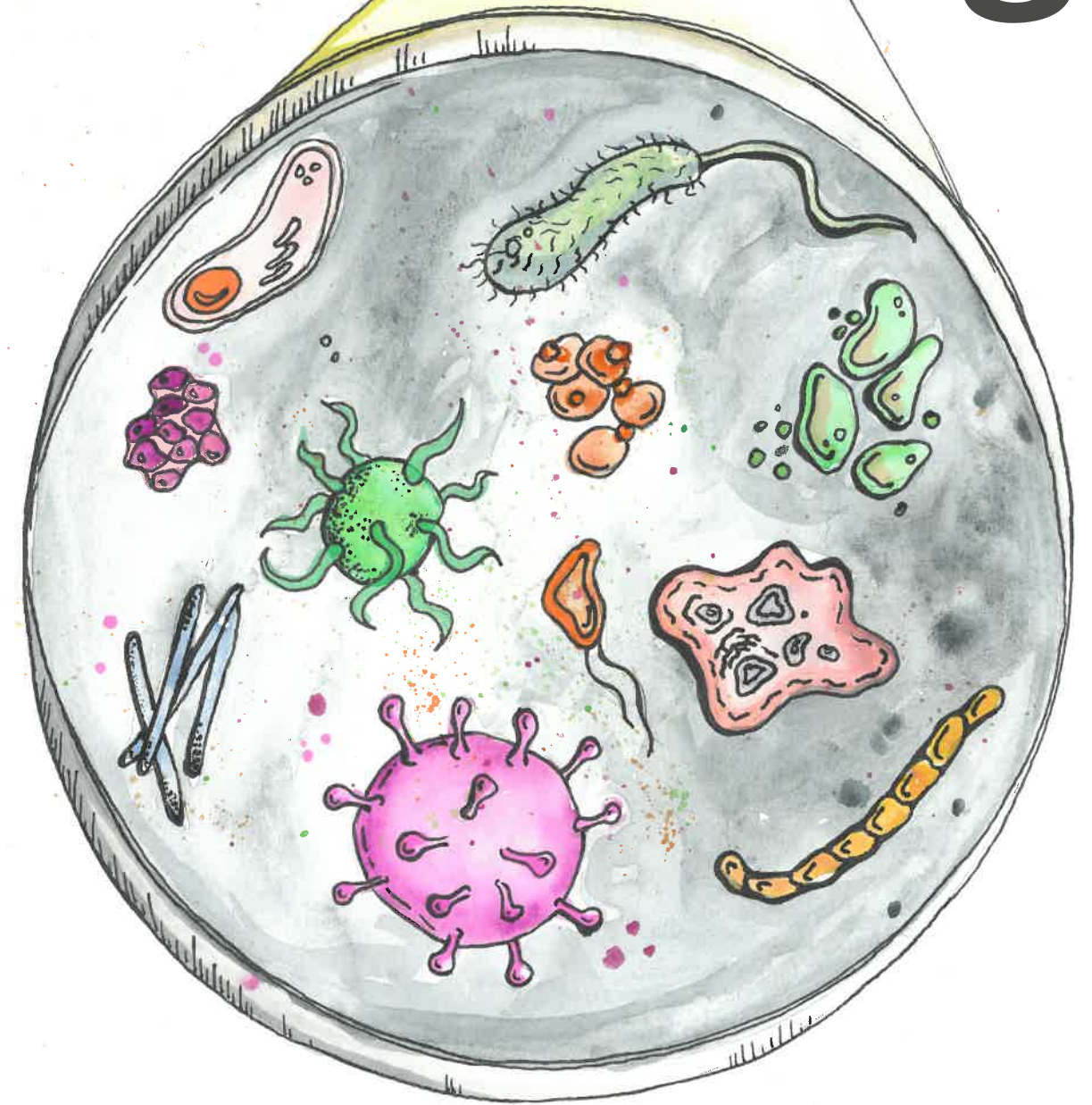


Mikrobiologi



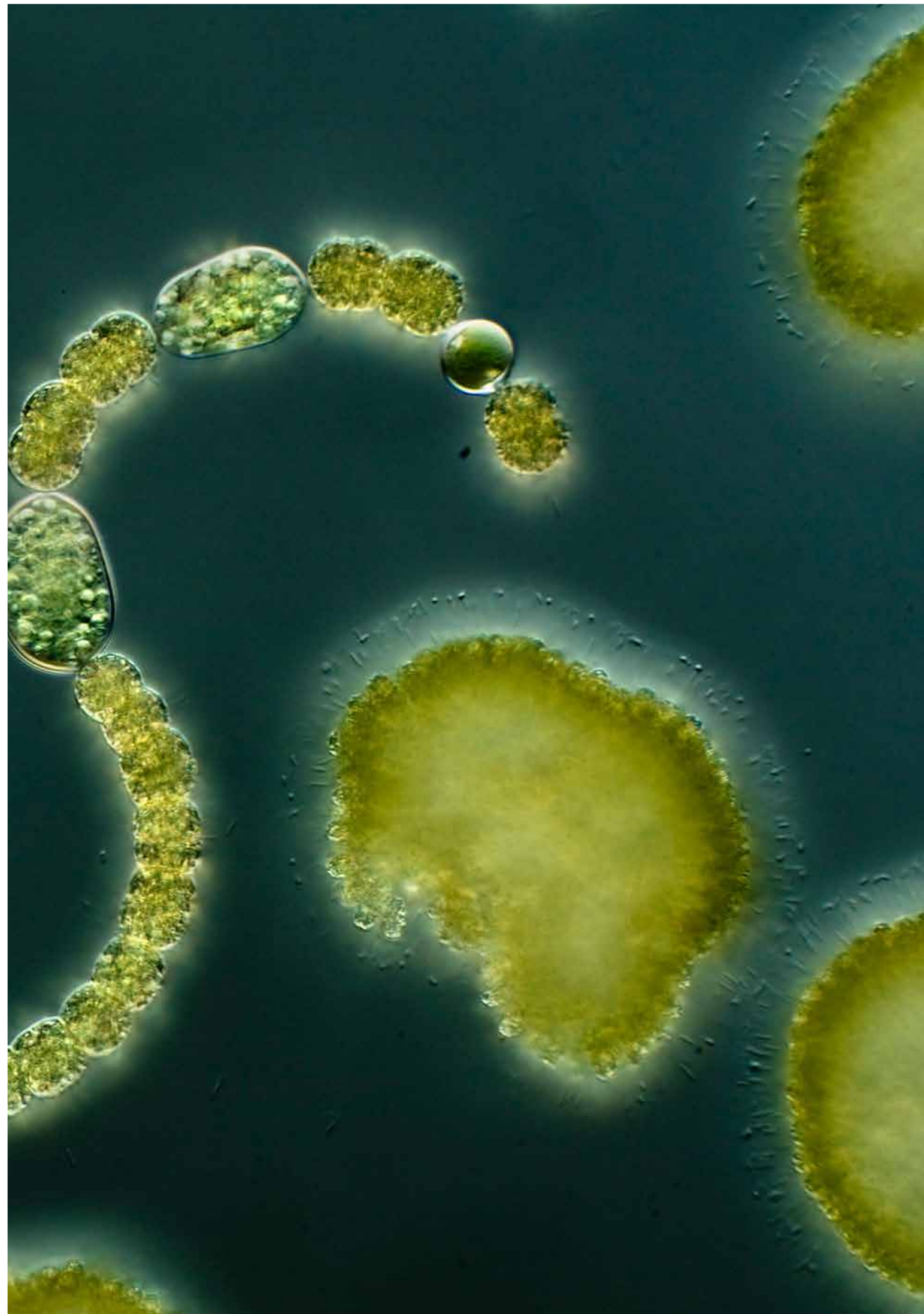
VIDENSKABSKLUBBEN

Pige Fay 20

Titel	Mikrobiologi	
Idé & koncept	Tais W. Dahl, Statens Naturhistoriske Museum	
Forfattere	Søren Overballe-Petersen, Statens Naturhistoriske Museum Andreas Kelager, Statens Naturhistoriske Museum Tais W. Dahl, Statens Naturhistoriske Museum	
Bidragydere	Eva Sterndorff, Statens Naturhistoriske Museum Kai Finster, Aarhus Universitet Anders Drud Jordan, Statens Naturhistoriske Museum Alexander Treusch, Syddansk Universitet Bo Thamdrup, Syddansk Universitet Christian Carøe, Statens Naturhistoriske Museum Karsten Elmose Vad, Statens Naturhistoriske Museum Henriette Røder, Københavns Universitet Lumeng Ye, Danmarks Tekniske Universitet Michael Kühl, Københavns Universitet Morten Otto Alexander Sommer, Danmarks Tekniske Universitet Nanna Mee Coops Olsen, Københavns Universitet Morten T. Limborg, Syddansk Universitet Tom Fenchel, Københavns Universitet Tom Weber, Statens Naturhistoriske Museum	
Redaktion	Videnskabsklubben	
Version	4. udgave	
Udgivelsesdato	Juni 2022	
Sted	Videnskabsklubben, Ny Kongensgade 20, st.th, 1557 København V CVR DK 3855 6363	
Sideantal	146	
Layout	Hofdamerne, Lea Rathnov	
Forside	Signe Søndergaard Bay	

Denne udgave er støttet af
Lundbeckfonden, Novo Nordisk Fonden og Statens Naturhistoriske Museum.





Indholdsfortegnelse

Introduktion til mikrobiologiprogrammet	5	Dag 5 – Hvad bruger vi mikrober til?	93
Verdensmålene og mikrobiologiprogrammet	6	Dagens spørgsmål, program, forberedelser og materialer	94
Programmets struktur	7	Baggrund – Bliv klædt på til at svare på miniforskernes spørgsmål	97
Dag 1 – Hvad er mikrober	13	Anvendelse af mikrober	101
Dagens spørgsmål, program, forberedelser og materialer	14	Mikroskopering: Mikrober i fødevarer	103
Baggrund – Bliv klædt på til at svare på miniforskernes spørgsmål	17	Forrådnelse og fermentering	105
Velkommen til Videnskabsklubben	18	Eksperiment: Dyrk en surdej	106
Har du set en mikroorganisme?	20	Refleksion	107
Eksperiment: Gær og balloner	21	Dag 6 – Hvad kan mikrober holde til?	109
Lær mikroskopet at kende	24	Dagens spørgsmål, program, forberedelser og materialer	110
Mikroskopering: Præparater og bagegær	26	Baggrund – Bliv klædt på til at svare på miniforskernes spørgsmål	113
Eksperiment: Gær og balloner	28	Mikrober og deres miljøer	120
Refleksion	29	Aktivitet: Spil <i>Kampen om overlevelse</i> med mikrobekort	122
Dag 2 – Hvordan lever mikrober?	31	Mikrobers vækst	123
Dagens spørgsmål, program, forberedelser og materialer	32	Aktivitet: Beregning af mikrobers vækst	124
Baggrund – Bliv klædt på til at svare på miniforskernes spørgsmål	35	Gruppearbejde: Den bedste mikrobehistorie	125
Mikrobers samliv	43	Refleksion	127
Eksperiment: Dyrk en surdej	45	Dag 7 – Hvad er den bedste mikrobehistorie?	129
Livets domæner og deres forskelle	49	Dagens spørgsmål, program, forberedelser og materialer	130
Aktivitet: Spil <i>Domane</i> med mikrobekort	51	Gennemgang dag 1-6	132
Refleksion	52	Gruppearbejde: Den bedste mikrobehistorie	132
Dag 3 – Hvordan ser mikrober ud, og hvor lever de?	53	Tak for denne gang	133
Dagens spørgsmål, program, forberedelser og materialer	54	Ordliste	134
Baggrund – Bliv klædt på til at svare på miniforskernes spørgsmål	57	Noter	141
Mikrobers diversitet	63		
Mikroskopering: Mikrobepreparater og evt. egne prøver	65		
Mikrober er alle vegne	67		
Eksperiment: Dyrk mikrober på kartoffel	69		
Refleksion	72		
Dag 4 – Hvor længe har mikrober levet?	73		
Dagens spørgsmål, program, forberedelser og materialer	74		
Baggrund – Bliv klædt på til at svare på miniforskernes spørgsmål	77		
Livet startede med mikrober	81		
Aktivitet: Tegn tidslinjen for livets historie	84		
Aktivitet: Tegneleg: Mikroberne ændrer sig	86		
Eksperiment: Dyrk mikrober på kartoffel	87		
Refleksion	91		

Kære junior- og seniormentorer

Velkommen til Videnskabsklubben.

I skal i den kommende tid være mentorer for elever, der er yngre end jer selv. I skal undervise, vejlede og inspirere. I skal sammen med de andre mentorer i jeres gruppe tilrettelægge undervisningen og sammen hjælpe de yngre elever til at forstå meget af den spændende viden, der gemmer sig i mikrobiologien.

Der vil løbende i teksten være ord, der er markeret med **fed**. Det betyder, at ordet står nærmere forklaret i ordlisten bagerst i programmet, i alfabetisk rækkefølge.

I kan altid skrive til Videnskabsklubben, hvis I har spørgsmål til programmet eller andet i forløbet.

God fornøjelse.

Mange hilsener fra
Videnskabsklubben
info@videnskabsklubben.dk

INTRODUKTION TIL MIKROBIOLOGIPROGRAMMET

Det følgende er en gennemgang af tankerne bag mikrobiologiprogrammet, inklusiv en gennemgang af de faste programpunkter, en vejledning til dannelse af arbejdsgrupper, samt en gennemgang af relevante sikkerhedsprocedurer.

Vi ønsker at fortælle nogle af de mest fascinerende historier om mikrober:

- Mikrober er alle vegne.
- Mikrober er meget små.
- Mikrober påvirker jordens miljø.
- Mikrober kan overleve under ekstreme forhold.
- Mikrober repræsenterer det første liv.
- Mikrober har eksisteret gennem hele Jordens historie.
- Mikrober er vores bedste venner.
- Mikrober er vores værste fjender.

I løbet af de syv dage i Videnskabsklubben skal vi se og opleve levende mikrober. Det skal vi blandt andet ved at lave rigtige eksperimenter med åbent udfald, det vil sige eksperimenter, hvor vi ikke på forhånd er helt sikre på resultatet. Alle eksperimenterne er designet ud fra gør-det-selv mikrobiologi. Tanken bag dette er, at det skal være så enkelt, at alle kan udføre dem hjemme på køkkenbordet uden specialudstyr. Vi håber, at eksperimenterne kan motivere til at arbejde videre med samme metoder på nye emner, eller udvikle nye og bedre metoder.

Temaer for de 7 dage

Dag 1 – Hvad er mikrober?

Dag 2 – Hvordan lever mikrober?

Dag 3 – Hvordan ser mikrober ud og hvor lever de?

Dag 4 – Hvor længe har mikrober levet?

Dag 5 – Hvad bruger vi mikrober til?

Dag 6 – Hvad kan mikrober holde til?

Dag 7 – Hvad er den bedste mikrobehistorie?

VERDENSMÅLENE OG MIKROBIOLOGIPROGRAMMET

I Videnskabsklubben påtager vi os ansvar for klodens og kommende generationers fremtid. Derfor bakker vi selvfølgelig op om FNs Verdensmål og forsøger så vidt muligt at tænke dem ind i alle vores aktiviteter. Særligt Verdensmål nummer 4 – ”Kvalitetsuddannelse” – går igen i alle vores aktiviteter. Videnskabsklubben bidrager til at uddanne børn og unge med både viden og tro på, at de selv kan være med til at skabe en bedre verden.

Kloden står over for store, globale udfordringer: Et stigende befolkningstal øger presset på Jordens ressourcer, og menneskeskabte klimaforandringer kræver samfundsmæssige tilpasninger og ændrer livsbetingelser for planter, dyr og mennesker. Biodiversitetskrisen er reel. Dertil kommer, at fake news og faktaresistens trives i stor stil verden over.

Videnskabsklubben ønsker en fremtid, hvor danske børn og unge med et solidt vidensgrundlag og kritisk tænkning kan føle sig klædt på til at bidrage med at løfte ansvaret for en bæredygtig fremtid for alle. Det kræver, at de forstår, hvordan ny viden bliver til, så de som medborgere kan være med til at træffe bæredygtige beslutninger. Det er en væsentlig del af den almene dannelse i et moderne, demokratisk samfund at forstå naturvidenskaben, den videnskabelige metode og kritisk tænkning.

Videnskabsklubben er med til at sikre, at alle, uanset køn, uddannelse, etnisk oprindelse, tro, handicap, social baggrund osv., har mulighed for at tilegne sig den viden og de færdigheder, som er nødvendig for at fremme en bæredygtig udvikling.



PROGRAMMETS STRUKTUR

Nedenstående er en kort, generel gennemgang af de enkelte afsnit i programmet, herunder hvordan delene skal forstås, og hvad der særligt skal lægges vægt på.

Om denne dag

Her står kort beskrevet, hvad dagen omhandler og hvilke delelementer, dagen består af.

Dagens mål

Her står listet, hvad miniforskerne skal opnå i løbet af dagen.

Dagens spørgsmål

Her står dagens centrale spørgsmål, som er det faglige omdrejningspunkt. Spørgsmålet vil være meget bredt, og kan ikke nødvendigvis besvares med en enkelt sætning. Hver miniforsker skal kunne snakke om dette spørgsmål og bør i nogen grad også kunne besvare det sidst på dagen.

Dagens spørgsmål er en god måde at introducere dagens aktiviteter og emner på samt at skabe fokus blandt miniforskerne. Brug dagens spørgsmål til at motivere miniforskerne og gøre dem nysgerrige efter svar. Dagens spørgsmål introduceres ved dagens begyndelse. Når dagens aktiviteter er ved at være slut, skal spørgsmålet stilles igen, og miniforskerne skal forsøge at besvare det.

Program for dagen

Oversigt over dagens programindhold med forventet tidsforbrug for de enkelte elementer.

Mentorenes forberedelser før klubben begynder

Her står beskrevet, hvilke ting mentorerne skal have forberedt på forhånd, inden dagens Videnskabsklub begynder. Først og fremmest er det at have aftalt rollefordelingen blandt mentorerne i forbindelse med det faglige indhold, herunder præsentationer, eksperimenter og aktiviteter. Præsentationerne, som hentes på www.videnskabsklubben.dk og står beskrevet her i manualen skal være set og læst på forhånd, så I ved, hvad der skal gennemgås.

Forberedelsesopgaverne til den kommende Videnskabsklub er grupperet i to typer: Opgaver der kræver henholdsvis lidt og megen forberedelse. De små opgaver vil være rollefordeling, indkøb af materialer eller ingredienser til eksperimenter og aktiviteter samt klargøring af teknisk udstyr og digitale filer. De større opgaver er fx forberedelse af præsentationer, opsætning af mentorstyrede eksperimenter eller klargøring af **reagenser**. Der er angivet et forventet tidsforbrug i forbindelse med opsætning af mentoreksperimenter, men det er vigtigt selv at vurdere dette og justere tilsvarende.

Bemærk at forberedelse til dagens Videnskabsklub er helt afgørende for overhovedet at kunne gennemføre dagens program. Det er seniormentorernes ansvar at fordele roller og ansvarsområder, og at fordelingen for så vidt muligt afspejler ønsker og interesser blandt alle mentorerne. Det er alle mentoreres ansvar at overholde aftalerne.
Husk derfor også at melde sygdom eller andet fravær til hinanden!

Forslag til juniormentoropgaver

Her listes de opgaver, som vi foreslår, at juniormentorerne kan påtage sig. Det er helt frivilligt, om I i jeres mentorgruppe vælger at følge denne arbejdsfordeling. Måske har juniormentorerne i jeres gruppe andre ønsker. Det er ment som hjælp og inspiration. Selv om en juniormentor får tildelt en specifik opgave kan han/hun sagtens hjælpe til med de andre opgaver også. Hvis I ikke har nogen juniormentorer, fordeles disse opgaver selvfølgelig blandt seniormentorerne.

Nødvendige materialer

Denne liste giver et vigtigt overblik over de materialer og ingredienser, som skal bruges på dagen. De fleste materialer og ingredienser medfølger i Videnskabsklubbens materialekasse, mens andet skal indkøbes eller klargøres på forhånd. Det er vigtigt at købe økologiske fødevarer, hvor det står nævnt! Formålet vil være at bruge mikroberne på eller i varen og i traditionelt dyrkede fødevarer vil der ofte ikke, eller kun i lille udstrækning, være mikrober til stede. De er jo netop sprøjtede med det formål at dræbe eller hæmme bl.a. **bakterier** og svampe.

Baggrund – Bliv klædt på til at svare på miniforskernes spørgsmål

Et indledende teoretisk afsnit om dagens tema målrettet mentorerne. Det giver jer en indsigt i det teoretiske indhold, der skal gennemgås for miniforskerne, men det rækker også ud over det og sikrer, at I er godt klædt på rent fagligt til at kunne svare på miniforskernes mange nysgerrige spørgsmål. Baggrundsafsnittet er således også jeres indgang til mere viden om emnet.

Detaljeret gennemgang af dagens program

Gennemgang af dagens program, herunder det faglige indhold.

Introduktioner

Gennemgang af slides, hvor dagens emne præsenteres. Hertil vil der være slidebeskrivelser, der kan hjælpe mentorerne i deres forberedelse af præsentationen. I finder de relevante slides og tilhørende materialer på www.videnskabsklubben.dk. Præsentationerne har til formål at introducere miniforskerne til de emner og den teori, der ligger til grund for dagens øvelser.

Eksperimenter

Egentlige forsøg, som altid efterfølges af notering af tanker eller skitsering af opstilling, resultater og lignende.

Eksperiment	Dag						
	1	2	3	4	5	6	7
Gær og balloner							
Dyrk en surdej							
Dyrk mikrober på kartoffel							

Eksperimenterne vil typisk være med åbent udfald, hvilket vil sige, at resultatet af forsøget ikke er givet på forhånd. Der vil være teoretiske forventninger, men udfaldet vil sandsynligvis være noget andet. Succesen af de enkelte forsøg afhænger ikke af at få et specifikt resultat. Det vigtige er, at miniforskere sammen kan diskutere udfaldet under vejledning af mentorerne. Dette også for at understrege det videnskabelige aspekt: forsøg falder ikke altid ud som forventet, men resultatet kan altid diskuteres. Der vil være egentlige forsøgsprotokoller, der skal følges punkt for punkt.

Mikroskopering

Mikroskopering af enten præfabrikerede eller egne **præparater**, som altid efterfølges af notering af tanker eller skitsering af opstilling, resultater og lignende. Miniforskerne vil starte med at undersøge præfabrikerede præparater, men skal hurtigt i gang med selv at lave egne præparater af prøver. Her skal mentorerne gerne selv have erfaring med at lave gode præparater for bedre at kunne vejlede miniforskerne.

Notering

Der vil altid efterfølgende være afsat tid til at notere, skitsere, fotografere eller på anden måde nedfælde tanker og oplevelser efter eksperimenterne.

Andre aktiviteter

Tegning, spil, lege.

Pause

Pausen er typisk 10 minutter, hvor der er tid til lidt snacks og man kan snakke om løst og fast eller bare strække benene. Pausen skal også bruges på toiletbesøg (der er ikke tid til at holde pause i resten af programmet).

Refleksion

Her skal miniforskerne sidde med deres journaler og reflektere over dagens tema. Sessionen starter med *dagens spørgsmål*, og til hver dag er der en række *refleksionsspørgsmål*, der er tænkt som guide. Slutteligt skal mentorerne lave en gennemgang af journaler. Det er vigtigt at se, hvad miniforskerne har tegnet eller skrevet i deres journal. Det er afgørende, at miniforskerne føler sig inkluderede, og at de ved, at I som mentorer er engagerede i deres oplevelse og læringsudbytte. Opdel mentorerne og kontroller, at alle miniforskerne får vist mindst én mentor, hvad de har skrevet eller tegnet.

Tak for i dag

Afrunding og indsamling af kitler og notesbøger. Mentorerne fortæller desuden kort, hvad næste Videnskabsklub handler om.

Her vil også stå noter, hvis der er noget, mentorerne skal gøre miniforskerne opmærksomme på. Det kan fx være særlige overvejelser eller valgfri prøvetagning (fx søvand eller hårprøve).

TIPS OG TRICKS - OG VIGTIG INFO

Indret rummet

Det betyder meget for stemningen i Videnskabsklubben, at det rum, I mødes i, er et rart sted. I får stillet et klasselokale til rådighed og måske vil det være bedst lige at indrette det lidt anderledes end normalt, inden I går i gang. Hvis I har mulighed for det, er det en god idé at stille borde og stole i små øer, så hver gruppe kan sidde ved sit eget bord. Sørg for, at alle sidder ret tæt på tavlen og skub evt de borde og stole, I ikke bruger, lidt til side. Det gælder om at skabe en hyggelig klub-stemning, som gerne er lidt anderledes end et almindeligt klasselokale. Husk at stille alt på plads, som det stod, når dagen er forbi. Få evt nogle af miniforskerne til at hjælpe med dette.

Gruppedannelse

Miniforskerne skal lave de fleste af aktiviteterne i faste (så vidt muligt) grupper af tre-fire. I kan evt. foreslå miniforskerne at give deres gruppe et navn.

Første dag deler mentorerne miniforskerne ind i grupper af tre-fire, som så fortsætter under hele forløbet. Forsøg så vidt muligt at blande kønnene, således at der ikke er grupper bestående kun af enten drenge eller piger. Faste grupper har den fordel, at flere af eksperimenterne skal stå fra gang til gang, så de samme grupper kan vende tilbage og se resultatet.

Det er vigtigt, at man som mentor har fokus på, at grupperne fungerer og forsøger at løse eventuelle stridigheder eller anden uhensigtsmæssig gruppeadfærd. Hvis dette ikke er muligt kan mentorerne være nødt til at bytte rundt på miniforskerne for at harmonisere grupperne. Se evt. ”Mentorlommebogen” for gode råd.

Om telefoner

Som udgangspunkt skal miniforskernes telefoner blive i deres tasker, når Videnskabsklubben er i gang, ligesom man typisk gør i skolen. For jer mentorer er det selvfølgelig også god stil så vidt muligt at lade jeres telefoner blive i tasken, men I må selvfølgelig gerne bruge dem til for eksempel at holde øje med tiden eller i forbindelse med enkelte øvelser.

Om computere

Miniforskerne skal ikke bruge computere eller tablets i dette program. I mentorer får tilsammen brug for én computer hver gang for at kunne vise dagens slides. Find ud af indbyrdes, hvem der stiller sin computer til rådighed, og sørg for på forhånd at tjekke, at teknikken virker. Tjek også, at projektoren i lokalet virker og at der kan sættes lyd på, når der skal vises film. Det er også en god ide at slå notifikationer fra, når en af jer låner sin computer ud, så det ikke forstyrrer undervejs.

Sikkerhed

Husk at være forsigtig med, hvad I dyrker, og hvordan I håndterer mikroberne. Nogle er harmløse, andre er farlige. Mange mikrober er ikke som sådan farlige for mennesker, men hvis de får muligheden, så kan de alligevel gøre os syge. Visse mikrober, især nogle **bakterier** fra tarmen, er bogstaveligt talt dødsensfarlige. Derfor er det vigtigt, at I er varsomme, når I dyrker ukendte mikrober.

- Dyrk aldrig mikrober fra afføring eller kød, da de kan gøre dig alvorligt syg. Det kræver særlige laboratoriefaciliteter at arbejde og eksperimentere med fæcesbakterier.
- Mange mikrober, især mugsvampe, laver **sporer**, som de sender ud i luften. Nogle mennesker kan opleve at få allergiske reaktioner ved indånding af mugsvampenes sporer, så vær opmærksom på dette.
- Lad være med at røre dyrkede mikrober med fingrene, brug ’værktøj’ som for eksempel en tandstikker.
- Afskaf de dyrkede mikrober på en forsvarlig måde, for eksempel indpakket i skraldespanden.

Håndhygiejne

Helt generelt er rene hænder den mest simple og effektive beskyttelse mod at blive syg. Husk derfor at dræbe eventuelle bakterier med håndsprit (alko-gel) og derefter vaske hænderne grundigt med vand og sæbe efter arbejde med levende mikrober. Følg denne procedure:

1. Gnid håndsprit godt rundt på håndflade og -ryg samt på og mellem fingrene.
2. Skyl hænderne med koldt vand.
3. Gnid hænderne grundigt med sæbe i mindst 30 sekunder.
4. Skyl al sæben af og tør hænderne, så der ikke er mere vand.

Mikrober kan generelt godt lide fugtige miljøer, så tør eventuelt vandhanen og håndvasken af med en papirserviet eller karklud efter brug. Undgå selv at røre direkte ved urene overflader.

Stivkrampe

Som navnet antyder, så er stivkrampe en sygdom, hvor man kan få meget voldsomme, og i nogen tilfælde livstruende, muskelkramper. Stivkrampe (tetanus) forårsages af jordbakterien *Clostridium tetani*, som findes næsten overalt på jorden. På verdensplan dør mange tusinde mennesker hvert år af stivkrampe, hovedsagligt i Afrika og Asien. *Clostridium tetani* laver giftstoffer, der hæmmer nervernes signalstoffer i hjernen og rygmarven, som igen forårsager stivhed i kroppens muskler. Heldigvis kan man beskytte sig mod bakterien med en vaccine.

Videnskabsklubben kræver, at alle deltagere i mikrobiologiprogrammet skal have en gældende stivkrampevaccination. Det gælder for både miniforskere, junior- og seniormentorer samt Videnskabsklubbens medarbejdere. Stivkrampevaccinationen er en del af børnevaccinationsprogrammet, så har man fulgt det, er man dækket indtil 15 års alderen, men vaccinationen skal fornys hvert 10. år.



Dag 1

HVAD ER MIKROBER?

Om denne dag

Miniforskerne skal først lære hinanden, samt mentorerne at kende og aftale klubbens regler. Mentorerne skal informere miniforskerne om, hvad Videnskabsklubben er og helt generelt om det planlagte indhold.

På denne dag skal miniforskerne lære, at mikrober er bittesmå væsener, der blandt andet spiser og deler sig.

Dagens mål

Ved dagens afslutning skal miniforskerne:

- have lært, at mikrober er meget små.
- vide, at mikrober har vidt forskellige størrelser.
- forstå, at mikrober er unikke, selvom de på nogen måder ligner os.



DAGENS SPØRGSMÅL

Hvad er mikrober?

Program for dagen	Minutter	Tid
Velkommen til Videnskabsklubben	10	0:10
Introduktion: Har du set en mikroorganisme?	5	0:15
Eksperiment: Gær og balloner startes	10	0:25
Skriv noter om hvad I har gjort	5	0:30
Introduktion: Hvad er en mikrobe?	5	0:35
Pause	10	0:45
Introduktion: Lær mikroskopet at kende	5	0:55
Mikroskopering: Basispræparater og bagegær	20	1:15
Eksperiment: Gær og balloner afsluttes	5	1:20
Skriv noter om hvad I har gjort	5	1:25
Refleksion	5	1:30
Tak for i dag		

Mentorernes forberedelser før klubben begynder

Aftal med dit mentorhold, hvem der tager ansvar for hvilke dele af dagen og sørg for, at du selv er forberedt. Hvis du skal præsentere et emne, så husk at læse beskrivelser og se præsentation og evt. film igennem.

Forslag til juniormentoropgaver

- Uddeling af materialer til forsøget gær og balloner
- Klargøring af snacks
- Hjælpe med udpakning af mikroskoper.
- Juniormentorerne kan også prøve at lave gærpræparater til mikroskopering.

Større forberedelser

- Der skal laves en gær/sukkeropløsning, lige inden dagen starter:
Fremgangsmåde
 - » En pakke bagegær opløses i 2,5 dl lunkent vand i en halvliter-flaske, og der tilsættes 1 tsk. sukker og omrystes (med skruelåg). Fjern låget og kom en ballon på til sidst (det er så kan man se, at der sker noget). Opløsningen skal bruges til mikroskoperingen og kan fremvises i forbindelse med eksperimentet ”Gær og balloner”
- De mentorer, der skal give præsentationerne, skal have:
 - » set videoen ”Gær”, [der er på engelsk] der vises under introduktionen.
Den skal kunne forklares kortfattet, og de tekniske termer er ikke vigtige at få med.

Mindre forberedelser

- Indkøb
 - » 13 stk 1/2 liters flasker. Saml evt på forhånd, så alle mentorer tager et antal med.
Alternativt må I indkøbe billige vandflasker for snackpengene.
 - » Snacks til pausen.
 - » Bagegær (se listen over nødvendige materialer).
- Klargør materialerne til alle dele af dagens program.
- Materialer til eksperimentet ”Gær og balloner”
 - » Gæropløsning
 - » Mikroskoper og basispræparater
- Forbered en projektor og computer til at vise PowerPoint-præsentationer.
- Kontroller, at alle videoklip er tilgængelige, og åbn dem på forhånd, så de er klar.
 - » Den/dem, der giver præsentationerne, skal have set videoerne på forhånd, så de kan oversættes/forklares på dansk.
- Gør kitler og laboratorieböger klar til alle miniforskerne.
- Gør navneskilte og tusser klar.

Nødvendige materialer

Programdel	Pr. klub	Pr. gruppe	Pr. miniforsker
Forberedende eksperiment: gær/sukkeropløsning	1 pakke bagegær 1 tsk. sukker 1 x ½ l plastflaske med skruelåg 2.5dl lunkent vand 1 ballon		
Introduktion: Har du nogensinde set en mikroorganisme?	<i>PowerPoint: Dag1_hvad er mikrober. Slide 2-11</i>		
Eksperiment: Gær og balloner		<i>Eksperimentprotokol</i> 1 pakke bagegær 3 x ½ l. plastflaske med skruelåg 1 teske 3 x ¼ liter 25 °C postevand 2½ tsk. Sukker 3 balloner 1 Sprittusch	Evt. mobiltelefon med ”Beskriv verden” app
PAUSE	Snacks til alle		
Introduktion: Brug af mikroskop	<i>PowerPoint: Dag1_hvad er mikrober. Slide 12-15</i> Mikroskop Præparater		
Mikroskopering: Præparater og gær	Gær/sukkeropløsning til bagegærpræparat Dæk- og objektglas Engangspipetter 2 tandstikker	Mikroskop Pakke med basispræparater Præparat af bagegær	Evt mobiltelefon med ”Beskriv verden” app

BAGGRUND: HVAD ER MIKROBER?

BLIV KLÆDT PÅ TIL AT SVARE PÅ MINIFORSKERNES SPØRGSMÅL

Mikroorganismer, også kaldet mikrober, er kort sagt meget små væsener, der spiser og laver kopier af sig selv. Helt overordnet indtager mikrober føde, som de bruger til at bevæge sig med, orientere sig i deres miljø og formere sig. Mikrober er meget forskellige og kan også leve af mange forskellige fødetyper. Et eksempel er gær, der spiser sukker (eller mel) og laver kuldioxid, ligesom når vi mennesker spiser en rugbrødsmad. Gæren får energi ud af sukkeret, som den bl.a. bruger til at bevæge og formere sig med.

Mikrober spiser det meste

Mikrober er naturens genbrugseksperter. De omsætter næsten hvad som helst. For eksempel, når træer og planter formulder og bliver til jord, så er det mikrober, især svampe og bakterier, der er på arbejde. Uden mikrober til at genbruge næringsstofferne ville stofkredsløbene på Jorden slet ikke hænge sammen. Dyr og planter er derfor dybt afhængige af mikrober for at kunne leve.

Alle levende celler har et såkaldt **stofskifte** (kaldet metabolisme). Stofskifte er kemiske ændringer af uorganiske eller organiske stoffer, fra én molekylær sammensætning af grundstoffer til en eller flere andre. Eksempelvis sker der en omsætning af sukkerstof (som er organisk stof) i vores krop, hvor sukkerstoffet omdannes til kuldioxid, vand og energi; denne stofskifteproces kaldes respiration. Der findes tre grundlæggende grunde til stofskifte: omsætningen af stof til energi, omsætningen af stof til nye byggeklodser og afskaffelse af kvælstofholdigt affald.

Vækst ved fordobling

Mikrober vokser ved at dele sig i to. De to halvdele vokser sig så store igen, og kan derefter hver især atter dele sig i to. Én bliver altså til to, to bliver til fire, fire bliver til otte, og så videre.

Bagegær er omkring 100 minutter om at dele sig, hvilket er grunden til at brøddej gerne skal hæve et par timer, hvor gærcellerne både skal nå at dele sig og omsætte melet. Hvis mikrober har mad nok, så kan de meget hurtigt blive til rigtig mange. Visse bakterier kan dele sig ekstremt hurtigt. *Vibrio natrie*gens, en slægtning til kolerabakterien (*Vibrio cholerae*), kan under gunstige forhold have en generationstid på 9,8 minutter. En generationstid er den tid, det tager fra, at et individ bliver dannet eller født, til den selv får afkom. *Vibrio natrie*gens har altså en generationstid, der er mere end 1,5 millioner gange hurtigere end mennesker, hvis generationstid (i Danmark) er omkring 29 år.

DETALJERET GENNEMGANG AF DAGENS PROGRAM

VELKOMMEN TIL VIDENSKABSKLUBBEN

(10 minutter)

Det første punkt på dagsordenen er at få miniforskerne fokuserede. Få dem til at sætte sig ned, og byd dem så velkommen til Videnskabsklubben. Denne Videnskabsklub handler om MIKROBIOLOGI: studiet af mikroskopiske organismer.

Det er vigtigt at være grundig med introduktionen, så alle forstår reglerne, aftalerne og forventningerne. Tag jer desuden tid til at introducere jer som mentorer. Det kan være en god ide at lade miniforskerne sætte sig på gulvet sammen med jer i en rundkreds. På den måde føler de sig straks som en del af noget og et naturligt fællesskab opstår. Det er vigtigt, at alle føler sig trygge og inkluderede i aktiviteterne.

I løbet af denne introduktion skal:

- alle i Videnskabsklubben lære hinandens navne.
- mentorerne forklare, hvad Videnskabsklubben er.
- mentorerne kort skitsere programmet for de kommende 7 uger.

Mentorerne forklarer, hvad deres roller er, og hvem der er junior- og seniormentor. Fortæl dem også, hvilken skole eller gymnasium I går på og jeres klassetrin. Miniforskerne skal forstå, at I fungerer som undervisere og vejledere i denne sammenhæng. Det er derfor også vigtigt, at mentorerne internt fordeler ansvarsområder: hvem der præsenterer, hvem der assisterer, hvem der står for hvad osv., før dagen starter.

Navneleg

Begynd med en navneleg, så alle i klubben kan lære navnene. Nedenstående er et forslag, men I bestemmer selv. Husk at tiden er begrænset, så det må ikke tage mere end 5 min. Efter legen udfylder miniforskerne en navnemærkat og sætter på deres kittel.

1. Man skal finde en organisme, fx dyr, plante, svamp, bakterie, virus, eller noget helt andet, der starter med det samme bogstav som ens eget navn (fx Ina Influenza, Faisal Fluesvamp, Anna And, Gustav Gær, Anders Anemone...)
2. Alle stiller sig i en rundkreds og mentorerne skal fordele sig mellem miniforskerne.
3. Én af mentorerne starter med at sige sit eget navn først og derefter organismens navn [Ina Influenza].
4. Personen til højre for den første person siger så den første navn [Ina Influenza] og dernæst sit eget [Faisal Fluesvamp].
5. Den tredje person siger det første og andet navn [Ina Influenza, Faisal Fluesvamp] og til sidst sit eget [Anders Anemone].
6. Således fortsætter legen til alle har været igennem (den sidste skal altså sige alle navne i rækkefølge og til sidst sit eget).
7. Legen slutter med den første person [Ina Influenza] som siger alle navnene.

Hvad er Videnskabsklubben

Det er nu tid til at fortælle miniforskerne, hvad Videnskabsklubben handler om.

- Det er et sted, hvor man kan lære noget.
- Man er sammen med andre, der synes, det er sjovt og spændende at lære noget.
- Man lærer om, hvad det vil sige at være forsker.
- I Videnskabsklubben er det vigtigt at være en god ven og miniforsker.
- I denne Videnskabsklub skal I være mikrobiologer.

Forklar miniforskerne, at der er visse regler, som de skal overholde, når de er en del af Videnskabsklubben. For det første er det vigtigt at være en god miniforsker og videnskabskvinde eller -mand.

Det er vigtigt at miniforskerne forstår, at de skal:

- Lytte, når ting forklares.
- Følge mentorenes regler.
- Respektere hinanden og mentorerne.
- Altid passe på sig selv og andre.
- Passe på materialer og udstyr.

Mikrobiologiprogrammet

Forklar, at der hver dag vil være en kombination af korte foredrag (hvor de skal lytte og lære), eksperimenter med forsøg eller mikroskopering (hvor de skal prøve at være forskere), aktiviteter (fx lege) og refleksioner (hvor de skal tænke over det, de har lært). Hver dag starter normalt med en introduktion og dagens spørgsmål, som følges af korte foredrag og eksperimenter/aktiviteter og ender med refleksion. I løbet af undervisningen, og som en del af refleksionerne, skal miniforskerne enten skrive eller tegne i deres journal.

INTRODUKTION: HAR DU SET EN MIKROORGANISME?

(10 minutter)

1. Åbn præsentationen "Dag1_hvad er mikrober" på [slide 2](#). Fortæl miniforskerne, at på denne første dag handler Videnskabsklubben om, hvad en mikrobe er. I skal høre om, eksperimentere med og se mikrober.
2. [Slide 3](#): Spørg miniforskerne, om de nogensinde har set en mikroorganisme? Fortæl, at mikrobe og mikroorganisme er to ord for det samme. Bed miniforskerne om at række hånden op, hvis de har set en mikrobe/mikroorganisme.
3. Hvis nogen har set en mikrobe, så spørg dem hvilke slags, de har set.
4. En pakke bagegær tages frem: Forklar, at her ses en mikrobe - eller rettere rigtig mange mikrober. Gær er en meget lille slags svamp, nemlig gærsvamp.
5. [Klik videre](#): Tryk videre i præsentationen, hvor der fremkommer billeder af og tekst om gær.
6. [Slide 4](#): Spørg miniforskerne, hvor mange gærceller, de tror, der er i pakken.
7. Lad miniforskerne gætte og skriv forslagene op på tavlen.
8. [Klik videre](#): Vis dem svaret: Der er 50 milliarder gærceller i en almindelig pakke bagegær!
9. Spørg dem om hvor mange mennesker, der bor på Jorden?
10. Lad miniforskerne gætte og skriv forslagene op på tavlen.
11. [Slide 5](#): Der er 7.77 milliarder mennesker (d. 1. marts 2020) <http://www.worldometers.info/world-population>.
12. Forklar miniforskerne, at der altså er cirka 6,5 gange så mange gærceller i en pakke gær, som der er mennesker på Jorden!
13. [Slide 6](#): Vis dem videoen af celledeling i gær (lyden behøver ikke være tændt, hvis I selv kan forklare, hvad der sker).
14. [Slide 7](#): Man ser et scanning-elektron-mikroskopibillede (SEM-billede) af almindelig bagegær. Vis miniforskerne arrene efter de tidligere knopskydninger.
15. Forklar dem, at alle de levende organismer, som vi mennesker har opdaget og beskrevet, har et latinsk navn. Menneskets latinske navn er *Homo sapiens*, mens almindelig bagegær er *Saccharomyces cerevisiae*.
16. [Slide 8](#): En enkelt gærcelle kan under gode vilkår blive til rigtig mange gærceller efter blot få knopskydninger.
17. [Klik videre](#): Efter første knopskydning er der to gærceller. Læg mærke til den lyserøde, som er den oprindelige celle. Der er nu gået omkring 1½ time.
18. [Klik videre](#): Efter de næste to knopskydninger er der nu i alt 8 gærceller.
19. [Klik videre](#): Efter 4. og 5. runde knopskydning er der nu hhv. 16 og 32 gærceller. Det er blevet til 32 gærceller på bare 7½ time.
20. [Slide 9](#): Gær udånder luftarten kuldioxid ligesom os, når den omsætter sukker.
21. [Klik videre](#): Vis den enkelte gærcelle, som "udånder lidt".
22. [Klik videre](#): Mange gærceller udånder meget mere kuldioxid end en enkelt gærcelle.
23. Afslut med at forklare, at man netop tilsætter en masse gær til en brøddej, og at det er deres samlede ånding, som gør, at dejen hæver op.
24. [Slide 10-11](#): Forklar miniforskerne, at de nu skal lave et eksperiment, hvor de skal få gærceller til at puste en ballon op ved at spise og omsætte sukker til kuldioxid. Del miniforskerne i grupper med 3-4 miniforskere i hver. Foreslå evt. miniforskerne at finde på et navn til deres gruppe.



EKSPERIMENT: GÆR OG BALLONER

(15 minutter)

Nu skal eksperimentet *Gær og balloner* startes!

PROTOKOL

Formål

At undersøge gærs **stofskifte**. Gærceller puster en ballon op med kuldioxid ved at spise sukker.

Beskrivelse

En del af gærs **stofskifte** er omdannelse af mad (fx sukker eller mel) til kuldioxid (CO₂) og vand (H₂O). Kuldioxid er en gasart ligesom ilt. Ved at putte gær i en lukket beholder (flaske) med en ballon over, forventer vi, at gæren kan puste en ballon op ved at spise sukker. Hvis vi kommer meget sukker i, kan det være, at ballonen pustes op hurtigere, eller at ballonen bliver pustet mere op.

Materialer pr. gruppe

- Miniforskernes eksperimentprotokol til *Gær og balloner*
- 3 x ½ l flaske
- 1 pk. bagegær
- 3 balloner
- 2½ tsk. sukker
- 3 x ¼ liter ca. 25 °C postevand
- 1 teske
- 1 sprittusch



Fremgangsmåde

1. Fyld halvliterflaskerne halvt op med ca. 25 °C varmt postevand.
2. Tilsæt henholdsvis 0, ½ og 2 teskeer sukker til flaskerne og skriv med sprittusch hvor meget sukker, der er kommet i. Skriv det også på hver ballon, således at ballon og flaske passer sammen.
3. Kom prop på flaskerne og ryst dem grundigt, indtil al sukkeret er opløst.
4. Del gærklumpen i 3 lige store dele og smuldr en klump ned i hver flaske og skru proppen på.
5. Ryst flaskerne grundigt, indtil gæren er helt opløst.
6. Tag proppen af og kom ballonen omkring flaskens munding. *Sørg for, at ballonen sidder godt fast omkring rillerne, hvor skruelåget normalt sidder.*
7. Notér tidspunktet og stil flasken på bordet til sidst på dagen (hold øje med ballonerne). Ryst flaskerne med gæren ca. hver 10-15 minutter så ofte, der er mulighed for det.
8. Jo længere tid eksperimentet står, jo mere sukker spiser gærcellerne, og jo mere kuldioxid producerer de.

Skriv noter om hvad I har gjort

- Det er vigtigt at tage noter, så man senere kan huske præcis, hvad man gjorde. *Noterne kan også være i form af tegning eller skitse og tag evt. også billeder.*
- Hvilket resultat, forventer du af eksperimentet? Forklar dine forventninger.
-

PAUSE - 10 MINUTTER

Husk snacks!

INTRODUKTION: LÆR MIKROSKOPET AT KENDE

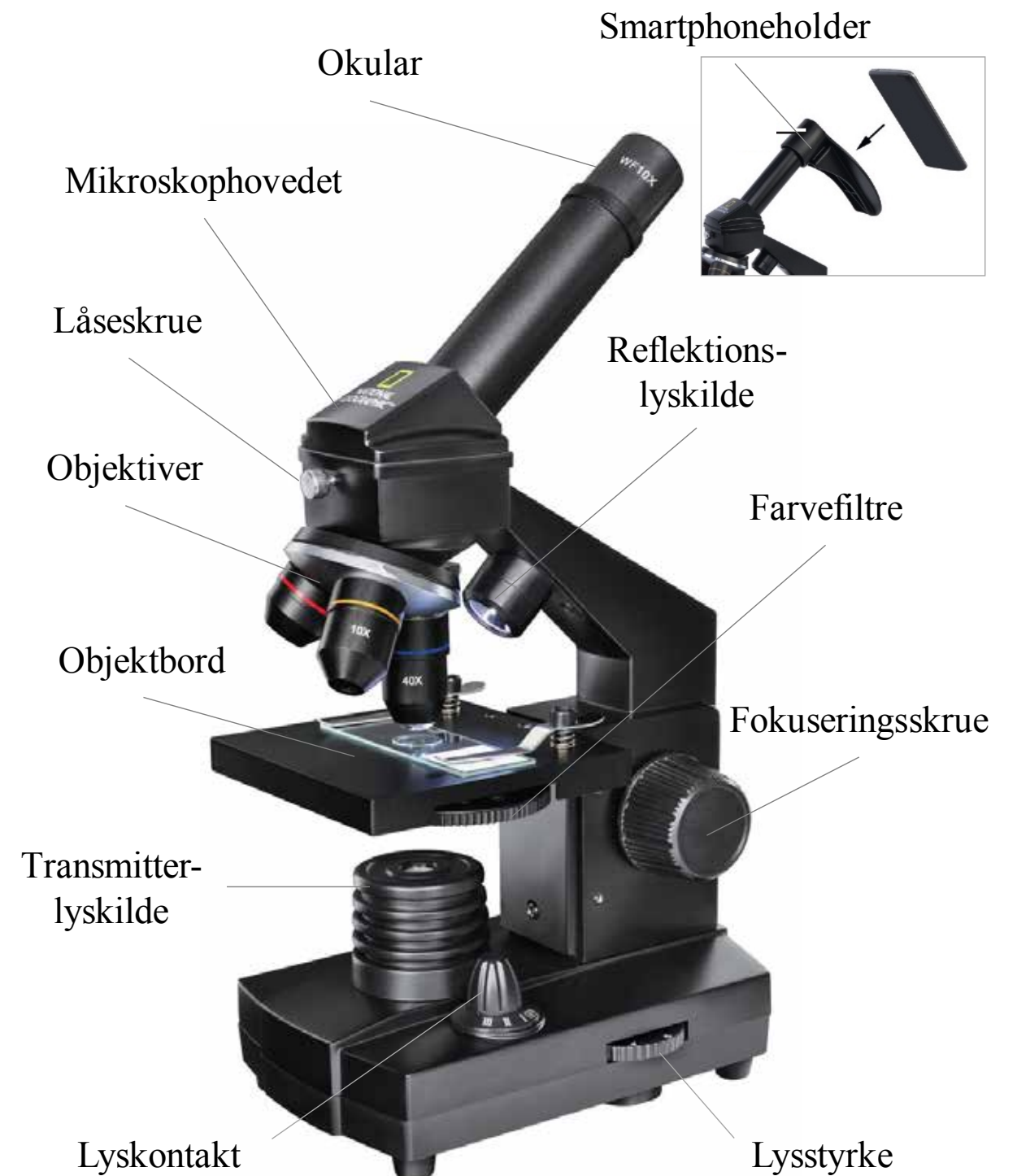
(5 minutter)

- Mentorerne har lært at betjene mikroskoper på deres introdag.
- Mentorerne forklarer helt kort, hvordan et mikroskop virker: Det forstørrer ting.
- Mentorerne viser, hvad der er i mikroskopkassen, inden grupperne pakker mikroskoperne ud.
- Mentorerne viser, hvordan man bruger mikroskoperne.
- Vis evt. [slide 12-14](#) i præsentationen ” Dag1_hvad er mikrober”.

Mikroskopet

[Okularet](#) forstørrer 10 gange og en [smartphoneholder](#) kan placeres herpå. [Mikroskophovedet](#) holder okular og okularholderen, og hovedet kan drejes til en anden stilling efter behov. [Låseskruen](#) er til at indstille mikroskophovedets position. [Reflektionslyskilden](#) anvendes til faste (ikke-gennemsigtige) objekter, i stil med en stereolup. [Objektiverne](#) kan forstørre 4 - 40x, således, at der i alt kan forstørres med 40-400 gange. [Objektboret](#) med klemmer anvendes til placering og fiksering af **præparater**, som manuelt skal justeres. [Farvefiltrene](#) kan hjælpe ved meget lyse eller gennemsigtige objekter. [Fokuseringsskruen](#) bruges til at indstille skarpheden af objektet, når det ses igennem okularet. [Transmitterlyskilden](#) anvendes til gennemsigtige objekter, som er det, vi primært skal bruge mikroskopet til (gennemsigtige **præparater** på objektglas). [Lyskontakten](#) skrues til at tænde lyskilderne (off: slukket, I: transmitterlys, II: reflektionslys; III: transmitter- og reflektionslys). [Lysstyrken](#) indstilles på mikroskopbasen og bør ved høje forstørrelser skrues højt op.

Prøv dig frem med mikroskopets forskellige indstillinger. Forsøg dog at undgå at skrue objektiverne helt ned i prøven, da du så skal til at gøre glasset rent (og det er ganske besværligt).





MIKROSKOPERING: PRÆPARATER OG BAGEGÆR

(20 minutter)

Nu skal miniforskerne lære at bruge et mikroskop!

PROTOKOL

Formål

At få kendskab til og erfaring med mikroskopering.

Beskrivelse

For at kunne se på mikrober, er man nødt til at forstørre de organismer, man er interesseret i at kigge på. En måde er at anvende et mikroskop, som i det store hele er en avanceret lup med lys, som miniforskerne nu skal lære at bruge.

Eksperimentet startes og afsluttes i dag.

Materialer pr. gruppe

- Basispræparatæske med flueben og løgceller
- Præparat af bagegær - forberedes af mentorerne



Mentorforberedelse

Dette kan gøres i løbet af de første dele af programmet.

Præparater af bagegær

1. Mentorerne skal lave præparater af almindelig bagegær fra gær/sukkeropløsningen, der blev forberedt, inden Videnskabsklubben startede (bagegær opløst i sukkervand).
2. Tag et objektglas for hver miniforskergruppe og overfør en lille dråbe af gæropopløsningen med en 1 ml engangspipette.
3. Kom til sidst forsigtigt et dækglas oven på dråben og undgå luftbobler.

Fremgangsmåde

1. Der skal være 1 mentor pr. miniforskergruppe, som skal hjælpe/guide miniforskerne med at betjene mikroskopet.
2. Start med præparat af flueben (*housefly leg*) fra præparatæsken.
3. Præparatet placeres og fikseres på objektbordet.
4. Laveste objektivforstørrelse (4x) vælges.
5. Kig igennem okulalet og indstil skarpheden af objektet med fokuseringsskruen.
6. Miniforskerne skal nu kigge på detaljerne af fluebenet.
7. Øg forstørrelsen ved brug af andre objektiver og indstil skarpheden med fokuseringsskruen.
8. Prøv at tage billeder med jeres mobiltelefoner og smartphoneadapteren, der følger med.
9. Alle miniforskere skal se og diskutere, hvad de ser.
10. Miniforskerne skal forsøge at lave grove skitser.
11. Lad miniforskerne kigge på løgcellepræparatet (*epidermis onion*).
12. Miniforskerne skal dernæst kigge på et præparat af almindelig bagegær, og de skal forsøge at orientere sig i præparatet.
13. *Hvis der er mere tid, kan man herefter kigge nærmere på de medfølgende præparater med tværsnit af stænglen fra fyr, bomuld og tokimbladet vedplante. I skal IKKE kigge på præparaterne fra æsken "livet i en vanddråbe" – det skal I gøre på dag 3.*

Mentorafslutning

- Mentorerne vasker objektglas med vand og sæbe, da man skal være forsigtig med ikke at skære sig.
- De tynde dækglasser indpakkes i papirserviet og smides ud. De er meget tynde og skarpe, så man skal være ekstra forsigtig med ikke at skære sig på kanterne.
- Mikroskoper og tilbehør pakkes forsigtigt sammen i de dertilhørende papkasser og lægges tilbage i de aflåste kasser.

Skriv noter om, hvad I har gjort

- Det er vigtigt at tage noter, så man senere kan huske præcis hvad, man gjorde. *Noterne kan også være i form af tegning eller skitse og tag evt. også billeder.*
- Hvad har du set? Beskriv og suppler evt. med forklaring/tolkning.



EKSPERIMENT: GÆR OG BALLONER

(10 minutter)

Nu skal miniforskerne afslutte eksperimentet *Gær og balloner*.

- Resultatet af eksperimentet undersøges og noteres ned. Er der sket noget siden sidst? Er ballonerne pustet op, og er der forskel på hvor meget luft, der er i dem?
- Snak i gruppen om, hvad I kan se. Er ballonerne pustet lige meget op? Hvad er forskellen på flaskernes indhold?
- Diskuter resultaterne i gruppen
- Alle gruppernes resultater deles og diskuteres overordnet. Var gruppernes resultater ens eller forskellige? Hvorfor?

Skriv noter om hvad I har gjort

- Det er vigtigt at tage noter, så man senere kan huske præcis hvad, man gjorde. *Noterne kan også være i form af tegning eller skitse og tag evt. også billeder.*
- Snak sammen i gruppen og diskuter forskellene.

REFLEKSION

(5 minutter)

Hver dag slutter med tid til refleksion. Her samles miniforskerne og deler deres tanker og opdagelser fra dagens aktiviteter. Refleksionerne er en afgørende del af Videnskabsklubben.



DAGENS SPØRGSMÅL

Hvad er mikrober?

Refleksionsspørgsmål

- Hvor små er mikrober?
- Er mikrober lige store?
- Hvordan ligner mikrober os?
- Hvordan er mikrober anderledes end os?
- Hvordan formerer de sig?
- Har mikrober fællestræk?
- Hvad lever mikrober af?

Det er ikke vigtigt at nå igennem alle refleksionsspørgsmål. Hvis nogle spørgsmål særligt optager miniforskerne, så brug mere tid på dem og spring de andre over.

Gennemgang af journaler

Mentorerne fordeler sig og ser, hvad miniforskerne har skrevet/tegnet i deres journal. Det er vigtigt, at alle miniforskere får lov til at vise en mentor, hvad de har skrevet/tegnet.

Tak for i dag

Mentorerne runder af og indsamler notesbøger og kitler. Dette er for at sikre, at de ikke glemmer dem næste gang. Mentorerne fortæller kort, at næste Videnskabsklub handler om, hvordan mikrober lever og hvor forskellige de er.

Sig klart og tydeligt ”Tak for i dag” som tegn til, at Videnskabsklubben nu er forbi.