

UNDERVISNINGSPLAN

ØLBRYGNING - BIOTEKNOLOGI A- ELLER BIOLOGI OG KEMI B-NIVEAU

INDHOLD

Undervisningsplanen	2
Moduler før besøg på virksomheden	3
Besøg på virksomheden	9
Moduler efter besøg på virksomheden	10



Undervisningsplanen

Undervisningsplanen er opdelt i tre dele: Moduler før, under og efter bryggeribesøget. Der er 12 moduler i klassen inden virksomhedsbesøget, et virksomhedsbesøg på 2 timer og efterfølgende 3 moduler i klassen, hvor eleverne arbejder videre med at lave en poster.

Nedenfor fremgår en fuld undervisningsplan, der er målrettet Bioteknologi på A-niveau. For at tilpasse og gennemføre forløbet i Kemi og Biologi på B-niveau kan man udelade de skraverede dele. Tilsvarende gælder, hvis man blot ønsker at reducere antallet af moduler. Undervisningsplanen og tilhørende forberedelse er uddybet i materialesamlingen.

Da undervisningsforløbet tager udgangspunkt i [DTU Biotech Academys undervisningsmateriale, Ølbrygning](#), er der efter aftale med DTU en række links i undervisningsmaterialerne til materialer på DTU Biotech Academys hjemmeside. Endvidere er der en del henvisninger til undervisningsmaterialer på beerzymes.dk/. Se flere links til supplerende materialer i bilaget.

Der er tilknyttet videoer fra Biotech Academy – disse bruges som forberedelse til øvelserne, og er et supplement til øvelsesvejledningerne til forsøgene. Videomaterialet tilgås via link fra denne guide og kan desuden findes under området ”Forsøg” i Biotech Academys materiale om ølbrygning.

Bemærk, at længden af et modul varierer fra gymnasium til gymnasium. Her er den sat til 90 minutter. Til nogle af modulerne skal eleverne forberede sig forud for undervisningen i klassen.

Moduler før besøg på virksomheden

Modul 1	Materialer
<p>Intro til ølbrygning og de processer, der indgår</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opgave 1: Gærcellers fermentering af glukose – databearbejdning. • Eksperimenter: <p><u>Gær i ballon (kvalitativt)</u> (Øvelse 1 i DTU Biotech Academys materiale under fanen ”FORSØG”).</p> <p>Eksperiment 1: Gæring af sukker (kvantitativt) – hvis I vil springe denne del over, kan I i stedet benytte det vedhæftede datasæt. (Eksperimentet er beskrevet i Materialesamling til eleverne).</p> <p>Udfylde laboratorieprotokol (skabelon til laboratorieprotokol er i Materialesamling til eleverne s. 29).</p>	<p>Materialesamlingen s. 3-7.</p> <p>Forberedelse: Læse DTU Biotech Academys undervisningsmateriale: https://www.biotechacademy.dk/undervisning/gymnasiale-projekter/oel-verdens-foerstepaa-anvendt-bioteknologi/#1510836432615-8d2d7495-a03ea297-8c82e247-89e3</p> <p>Introduktion – Ølbrygning. Ølbrygningens historie i Danmark.</p> <p>Under Teori –fanen ”Oversigt”.</p>

Modul 2	Materialer
<p>Opbygning af carbohydrater Fokus på monosaccharider – herunder bindinger, funktionelle grupper og isomeri. Molekylbyggesæt anvendes til at kigge på R/S isomeri.</p> <p>Opgave 2: Stereoisomeri i α-D-glukose (anvendelse af Marvin Sketch).</p>	<p>Materialesamlingen s. 8.</p> <p>Forberedelse: Læse Beerzymes side 17-19 https://beerzymes.dk/wp-content/uploads/2021/08/Beerzymes-undervisningsmateriale.pdf</p>
Modul 3	Materialer
<p>Opbygning af carbohydrater Fokus på disaccharider og polysaccharider – herunder glykosidbindinger, kondensationsreaktion og hydrolyse.</p> <p>Opgave 3: Kondensationsreaktion og hydrolyse (anvendelse af Marvin Sketch).</p>	<p>Materialesamlingen s. 9-10.</p> <p>Forberedelse: Læse Beerzymes side 20-21 https://beerzymes.dk/wp-content/uploads/2021/08/Beerzymes-undervisningsmateriale.pdf</p>

Modul 4 og 5	Materialer
<p>Opbygning af carbohydrater I dette modul anbefales, at holdet deles, så der er ro på i laboratoriet (den ene halvdel af eleverne er i laboratoriet i Modul 4 og den anden halvdel i Modul 5).</p> <p>Fokus på funktionelle grupper. Færdiggøre opgave 1, 2 og 3.</p> <p>Eksperimenter: Eksperiment 2 – Påvisning af funktionelle grupper i carbohydrater (se materialesamlingen s. 36).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udfylde laboratorieprotokol (skabelon til laboratorieprotokol i Materialesamlingen s. 29). 	<p>Materialesamlingen s. 11.</p> <p>Forberedelse: Læse øvelsesvejledning til Eksperiment 2: ”Påvisning af funktionelle grupper i carbohydrater”, i materialesamlingen s. 36 og lave flowchart over forsøgets forløb.</p>
Modul 6	Materialer
<p>Processer før ølbrygningen Enzymer – herunder struktur, bindingslomme, temperaturafhængighed.</p> <p>Opgave 4 og opgave 5 – Bioinformatikopgaver: Disse opgaver kan man undlade at give til eleverne, hvis man arbejder med biologi på B-niveau. I stedet kan man som lærer lave en mere tekstnær gennemgang af lektien og selv vise eleverne, hvordan man kan besvare opgave 4.</p> <p>Eksperimenter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fællesforsøg: Påvisning af sukraseaktivitet (Øvelse 2, evt. kombineret med Øvelse 3 – hvis I både vil gøre det på gær og sukker og på øl), i DTU Biotech Academys materiale under ”FORSØG”. • Udfylde laboratorieprotokol (skabelon til laboratorieprotokol er i Materialesamlingen s. 29) 	<p>Materialesamlingen s. 12-14. Forberedelse: DTU Biotech Academy: Læse Under Teori –fanen ”Fra malt til urt”.</p> <p>Under Forsøg –vejledning til Øvelse 2 – Påvisning af sukraseaktivitet (under ”FORSØG”) og se video ”Gæren i øllet” – sukraseaktivitet i upasteuriseret øl.</p>

Modul 7	Materialer
<p>Processer før ølbrygningen samt gær Livscyklus, overgær, undergær.</p> <p>Eksperimenter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevforsøg: Gæren i øllet – renstrygning (dag 1). • Mikroskopi af gærceller – kvalitativt. • Udfylde laboratorieprotokol (skabelon til laboratorieprotokol i materialesamlingen). 	<p>Materialesamlingen s. 15.</p> <p>Forberedelse: Læs DTU Bio-tech Academy: Under Teori – læs fanen ”Gærsvampe”.</p> <p>Under Forsøg – læs øvelsesvejledning til forsøget Øvelse 4 – Rendyrkning af gær, samt se den tilknyttede video ”Gæren i øllet – renstrygning”.</p>
Modul 8	Materialer
<p>Gær Saccharomyces cerevisiae og Saccharomyces carlsbergensis, MEL-gener. Se filmen ”It all comes from beer” https://filmcentralen.dk/museum/danmark-paa-film/film/it-all-comes-beer</p> <p>Fortæl evt. eleverne historien fra Carlsberg om 1883 (link i bilag 1). Bemærk, at elever ifølge markedsføringsloven kun selv må bruge linket, hvis de er fyldt 18 år.</p> <p>Opgave 6 og opgave 7 – Bioinformatikopgaver:</p>	<p>Materialesamlingen s. 16-26.</p> <p>Forberedelse: Læs opsummerende skema for undergær og overgær i https://beerzymes.dk/wp-content/uploads/2021/08/Beerzymes-undervisningsmateriale.pdf side 35, Tabel 2.</p>

<p>Disse opgaver kan man undlade at give til eleverne, hvis man arbejder med biologi på B-niveau. I stedet kan man starte timen med gennemgang af lab-protokollen og skemaet fra Beerzymes.</p>	<p>Læse artiklen ”Skål! Øllets historie står skrevet i gærs DNA” på Videnskab.dk.</p>
<p>Eksperimenter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevforsøg: • Gæren i øllet – renstrygning (dag 2). • Udfylde laboratorieprotokol (Materialesamling s. 29). 	

Modul 9	Materialer
<p>Gæring Nedbrydning af sukre, dannelse af alkohol, biprodukter, modning, tapning og kvalitet.</p> <p>Eksperimenter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gæren i øllet – renstrygning (dag 3). • Udfylde laboratorieprotokol. 	<p>Materialesamlingen s. 27.</p> <p>Forberedelse: DTU Biotech Academy: Læse fanen ”Gæring”.</p>

Modul 10	Materialer
<p>Brainstorm i forhold til smag samt etiket til øl. Opsamling på opgaver og start af posterarbejde (se den afsluttende opgave i materialesamlingen s. 45).</p>	<p>Materialesamlingen s.28.</p> <p>Forberedelse: Læse grundopskrift til ølbrygning grundigt igennem (”Eksperiment 3 – Bryg din egen ale” i materialesamlingen s. 41).</p>

	<p>Have færdiggjort alle laboratorieprotokoller fra de tidligere udførte eksperimenter.</p>
--	---

Modul 11 og 12	Materialer
<p>Ølbrygning i praksis Forberede besøg på bryggeri, posterarbejde.</p> <p>Ølbrygning igangsættes i dag.</p>	<p>Materialesamlingen s. 28.</p> <p>Forberedelse: Repetere grundopskrift til ølbrygning ("Eksperiment 3 – Bryg din egen ale" i materialesamlingen s. 41).</p>

Besøg på virksomheden

Aktivitet	Indhold	Tidsforbrug
Ankomst	Modtagelse som aftalt.	10 minutter
Intro	<ul style="list-style-type: none"> • Medarbejderen i virksomheden fortæller om bryggeriet, sig selv, og hvilken uddannelsesvej vedkommende har taget for at bestride sit job. • Hvilke uddannelsesbaggrunde har kollegerne? • Eleverne kan stille spørgsmål. 	15 minutter
Faglig præsentation	<ul style="list-style-type: none"> • Medarbejderen fortæller om, hvordan de arbejder med at styre og kontrollere bryggeprocessen i stor skala, og der stilles krav til ensartethed af produktet, både hvad angår smag, skum, alkoholindhold osv. <p>Hvis ikke brygmesteren selv kommer med konkrete eksempler på udfordringer, som bryggeriet står med/har stået med, så spørg ind til det. Det kan f.eks. dreje sig om:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gærtyper – hvilke typer bruges, egenskaber • Smagsstoffer – biprodukter, hvordan fremmes præcis den smag, man ønsker, øllen skal have • Enzymer og temperaturfastsættelse under bryggeprocessen • Kvalitetstest og ensartethed • Andre udfordringer, når man går fra laboratorie til storskalaproduktion • Enzymer i produktion – herunder også hvordan I evt. arbejder på at nedbringe CO₂-produktion i relation til FN's verdensmål. <p>Hvis der er mulighed for at smage på produkter i forskellige bryggestadier som en del af præsentationen eller rundvisningen, for at give øget forståelse af de udfordringer bryggeriet arbejder med, så er det også en mulighed. Det skal dog være aftalt mellem dig og brygmesteren, og I skal følge de gældende retningslinjer for gymnasieelevers alkoholindtag, jf. Lærerguiden, afsnittet Ansvarlighed, unge & alkohol.</p> <p>Eleverne skal bruge informationen fra brygmesteren til efterfølgende at perspektivere deres posterpræsentation. Eleverne skal have tid til at stille spørgsmål, og hvis bryggeriet har noget relevant information/ materiale eleverne kan få med tilbage, er det også en mulighed.</p>	45 minutter

Rundvisning	Rundvisningen koordineres af virksomheden og vil begrænse sig til en mindre del af virksomheden, som er relevant for eleverne. Bryggeriet har i deres guide til undervisningsforløbet fået input til, hvordan de kan tilrettelægge rundvisningen, så eleverne både får perspektiveret deres posterpræsentation og opnår karrierelæring.	30 minutter
Afrunding og afgang	Bryggeriet siger tak for besøget.	10 minutter
Buffer	Der er indlagt en buffer på 15 minutter.	15 minutter

Moduler efter besøg på virksomheden

Modul 15	Materialer
<p>Ølbrygning i praksis Ølbrygning afsluttes i dag.</p>	<p>Forberedelse: Posterarbejde – eleverne tilrettelægger selv deres forberedelse til dagens modul. De skal medbringe færdige etiketter til deres øl.</p>

Modul 16	Materialer
<p>Arbejde med poster Eleverne skal udarbejde en poster, som samler op på forløbets områder, og som egner sig til præsentation for en lille gruppe af tilhørere i sidste modul – posteren skal meget gerne printes og hænges op, så det afholdes som en rigtig poster-session.</p>	<p>Forberedelse: Posterarbejde – eleverne tilrettelægger selv deres forberedelse til dagens modul.</p>

<p>Posteren skal reflektere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • processerne i forbindelse med ølproduktion • forløbets eksperimentelle arbejde, som ikke er selve ølproduktion. Eleverne dokumenterer deres eksperimentelle arbejde ved figurer • visualisering af carbohydraternes opbygning med hensyn til isomeri, og hvorledes enzym-substratinteraktion foregår • egen ølproduktion – formidle efterbehandlingen til ølbrygningen, gerne under inddragelse af billeder fra arbejdet • ølproduktion på et bryggeri – herunder viden om, hvordan et bryggeri kan sørge for, at en øl er ens hver gang, den laves, og hvordan man sikrer sig en god kvalitet af øllet – hver gang • FN's verdensmål #12 og ølproduktion på bryggerier – perspektivere til udvikling af bæredygtig ølproduktion. Her kan I f.eks. inddrage det bryggeri, I har besøgt, men I kan også søge ny viden ved at kigge lidt nærmere på DTU Bryghus: https://bryghus.dtu.dk/ 	<p>Den afsluttende posteropgave er beskrevet på sidste side i materialesamlingen til eleverne s. 45.</p>
--	--

Modul 17	Materialer
<p>Posterpræsentation</p> <p>Posterpræsentationen kan evt. kombineres med ølsmagning og knækbrødsspising. Det er dog en forudsætning, at ølsmagning kan foregå i overensstemmelse med de gældende retningslinjer og anbefalinger fra Danske Gymnasier om unges alkoholindtag, jf. side 3.</p> <p>Man kan bruge restmalten fra ølbrygningen til at bage knækbrød. Der er dog ikke afsat tid til det i undervisningsforløbet. Hvis nogen ønsker at bage det i fritiden, er der link til en opskrift her.</p>	

Præsentation af elevernes løsninger over for bryggeriet

Aftal på forhånd med brygmesteren, at I afrunder forløbet ved, at du samlet sender elevernes slutopgaver (postere) pr. mail til brygmesteren. Brygmesteren kvitterer med en takkemail. Hvis brygmesteren har lyst og mulighed, kan denne evt. inviteres til den afsluttende postersession i stedet.