

## Lærervejledning

# Fra halm til bioethanol

### Beskrivelse af undervisningsmateriale

Dette materiale tager udgangspunkt i den globale energi- og miljøproblematik i forhold til fossile brændsler og drivhuseffekt. Fra denne basis præsenteres biomasse og biobrændsler som alternative grønne energikilder; her med fokus på transportsektoren. Ved at præsentere den forskning som DONG Energy udfører indenfor udnyttelse af biomasser, introduceres eleverne til andengenerations bioethanol. Lignocellulose, og nedbrydning heraf, beskrives, og de nødvendige kemiske og mikrobiologiske processer til omdannelse af halm til bioethanol gennemgås.

Læringskomponenter	
Teori	X
Opgaver: teoretiske spørgsmål	
Forsøg	x
Det Virtuelle Laboratorium øvelser	
Undervisningsvideo	

### Niveau

Biologi A og/eller Kemi B/C

### Anvendelse

Projektet indeholder teoriafsnit der berører sammensætningen af lignocellulose, hvordan det nedbrydes, fermenteres og til sidst destilleres til bioethanol. Teoriafsnittet bør læses i sin helhed, før det eksperimentelle arbejde påbegyndes. Det estimeres at 5-8 elevtimer indgår, som lektier / forberedelse.

Øvelsen omhandler produktion af bioethanol fra halm, eller andre lignocellulosiske materialer. Halmen forbehandles med syre, efterfulgt af enzymatisk nedbrydelse. Undervejs foretages målinger der bruges til databehandling. Ud fra målingerne kan eleverne beregne udbyttet af bioethanol. Det estimeres at 8-10 timer klasses timer skal bruges, for at gennemføre projektet (timerne fordeles på klasseundervisning, og på tid i laboratoriet).

Spørgsmål og opgaver til teoriafsnittet og øvelsen er tilgængeligt.

### Dækket kerne stof - jf. [Læreplan "Bioteknologi A – stx 2017"](#)

- Organisk kemi: Opbygning af og relevante egenskaber for carbonhydrider
- Makromolekyler: opbygning, egenskaber og biologisk funktion af carbohydrater og enzymer
- Organiske reaktionstyper: hydrolyse
- Enzymer: Funktion af cellulaser og beta-glukosidaser
- Biokemiske processer: gæring

### Dækket supplerende stof - jf. [Læreplan "Bioteknologi A – stx 2017"](#)

- Bæredygtig produktion af energi

## Indholdsbeskrivelse

- **Teori**

Dette afsnit beskriver den kemiske opbygning, og den biologiske funktion, af kulhydrater, lignocellulose, hemicellulose og lignin. Dernæst forklares hvordan lignocellulose kan nedbrydes industrielt, så fermenterbare sukre dannes. Der gennemgås to metoder: forbehandling med syre, og enzymatisk nedbrydelse ved brug af cellulase og beta-glucosidase. Teoriafsnittet afsluttes med to afsnit omhandlende dannelse af ethanol, ved brug af fermentering, og til sidst hvordan ethanol kan ekstraheres ved brug af destillation.

Teoriafsnittet bør læses i sin helhed før det eksperimentelle arbejde påbegyndes.

- **Forsøg**

Start med halm og slut med bioethanol. Alle trin, beskrevet i teoriafsnittet, gennemføres for en lille portion halm og på baggrund af koncentrationsmålinger og reaktionsskemaer foretages en databehandling. Koncentrationen af glukose hhv. ethanol mod tiden vises grafisk og udbyttet af ethanol beregnes. Et antal spørgsmål er tilgængelige, som kan hjælpe eleverne til at få mest muligt ud af det praktiske arbejde.