



# TinyEarth

En verdensomspændende jagt på ny antibiotika

Lærervejledning  
Tiny Earth Undervisningsforløb  
Forår 2025



AARHUS  
UNIVERSITET

# Undervisningsforløb

Selve forløbet løber over 4-6 uger og består af tre dele.

## 1) Indsamling og behandling af jord

Første del af Tiny Earth forløbet foregår på gymnasiet over to dage:

- 1) Indsamling af jord og udpladning af jordbakterier (3 t)
- 2) Udvælgelse af jordbakterier inden AU besøg (45 min)

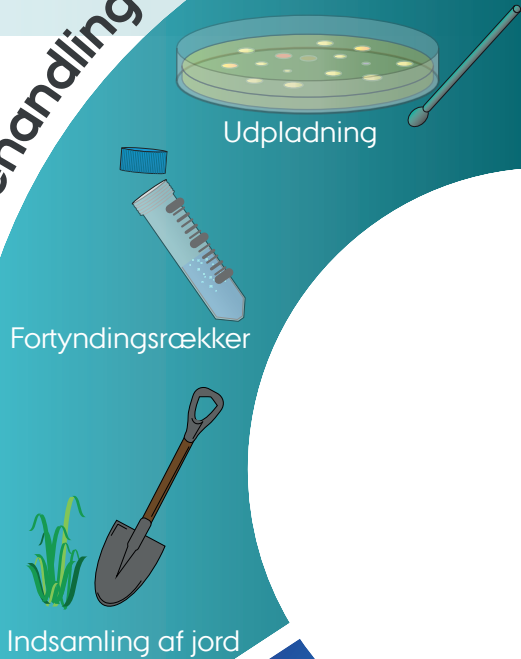
Inden forløbets start vil I modtage et kit med de nødvendige materialer til jordindsamling, prøveforberedelse og udpladning. Hvis I får besøg af Tiny Earth medbringer vi materialerne på dagen.

## 2) Karakterisering af jordbakterier

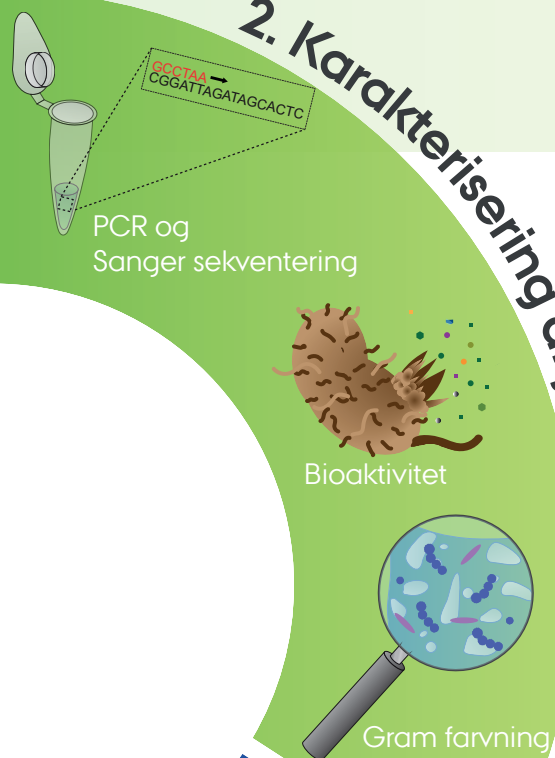
I anden del af Tiny Earth forløbet inviteres I til en workshop på Aarhus Universitet. På workshoppen vil eleverne:

- 1) Teste udvalgte jordbakteriers bioaktivitet
- 2) Identificere udvalgte jordbakterier ud fra 16S rDNA
- 3) Få indsigt i udvalgte jordbakteriers biokemiske egenskaber og cellulære morfologi

### 1. Indsamling og behandling af jord



### 2. Karakterisering af jordbakterier



### 3. Gennemgang af resultater

## 3) Gennemgang af resultater

Tredje del af Tiny Earth forløbet foregår på gymnasiet. Eleverne vil efter workshoppen modtage deres resultater. Eleverne vil nu kunne analysere deres resultater og indtaste dem i vores internationale database (1,5 t).

## 4) Eleverne vil:

- 1) Analysere billeder af deres biologiske assays
- 2) Bearbejde og analysere 16S rDNA-sekvenser

# Før I går i gang

Inden forløbets start vil læreren modtage baggrundsmateriale og protokoller, som kan udleveres til eleverne. Henvis gerne til Tiny Earth Danmarks hjemmeside, hvor eleverne kan finde korte videoer til de fleste eksperimenter. Hjemmesiden finder I her:

<https://bce.au.dk/forskning/forsknings-og-udviklingsomraader/industrial-biotechnology/microbial-biosynthesis/projects/tiny-earth-danmark/>

## Kom i gang med Tiny Earth:

- Gennemgå indholdet af det tilsendte materialekit.  
Vær opmærksom på at dele bør opbevares på køl.  
Hvis I får besøg af os fra Tiny Earth, vil vi medbringe alle materialer på dagen.
- Del på forhånd klassen op i arbejdsgrupper på ca. 3 personer.  
Hver gruppe tildeles et gruppenummer.
- Introducér undervisningsforløbet og formålet med Tiny Earth.  
Hvis I får besøg af os fra Tiny Earth, kan vi hjælpe med denne del.  
Tag evt. udgangspunkt i "Introduktion" og "Kapitel 1: Bakteriernes planet" i Tiny Earth baggrundsmaterialet.  
Eleverne kan på forhånd besvare arbejdsspørgsmålene til kapitel 1.

## Spørgsmål?

Maria Kongsbak Mathiasen  
Projektkoordinator, Tiny Earth Danmark

[tinyearth@eng.au.dk](mailto:tinyearth@eng.au.dk)

# Del 1

## Indsamling af jord

I første øvelse vil eleverne indsamle jordprøver fra naturen. Denne jordprøve er kilden til de bakterier, de skal undersøge gennem forløbet. I vil på forhånd få tilsendt et kit, der indeholder alle de nødvendige materialer til indsamling af jordprøver - hvis vi hjælper til med denne del, vil vi medbringe materialerne på dagen.

### Tjekliste til underviser:

- Gennemgå arbejdsspørgsmålene til kapitel 2. Eleverne har måske besvaret spørgsmålene hjemmefra. Alternativt kan de besvare spørgsmålene i deres arbejdsgruppe. Spørgsmålene giver eleverne mulighed for at reflektere over forskellige jordtyper og økosystemer samt begrunde deres valg af indsamlingssted. Eleverne kan f.eks. opstille hypoteser som:
  - Jorden under organisk materiale f.eks. blade og bark er rigere på bakterier end bar jord.
  - Stenet jord har ikke nær så stor biodiversitet som jord fra en skovbund.
  - Vand-mættet jord indeholder flere anaerobe bakterier end tør jord.
- Uddel et jordindsamlingskit og et dataark til hver gruppe (Hvis materialer er tilsendt). Jordprøver kan evt. indsamles som hjemmearbejde men skal indsamles fra offentlig jord.
- Elevernes jordprøver opbevares på køl indtil udpladning.

### Indhold af kit

Kit til jordindsamling

- Jordspyd
- Jordtermometer
- 2x 50 ml falconrør
- Teske til jordindsamling
- Frysepose
- Lineal
- pH strips og aflæsningsskema
- Demineraliseret vand
- Dataark til jordindsamling

### OBS.

For at undgå forekomst af sundhedsskadelige bakterier bør eleverne undgå jordprøver med døde dyr, ekskrementer ol.

### Undervisningsmateriale til Del 1 - Indsamling af jord

Baggrundsmateriale:

- Kapitel 2: Jord er ikke bare jord

Protokoller:

- Indsamling af jordprøver
- Youtube video til jordtypebestemmelse:  
"Texture by feel"



# Del 2

## Karakterisering af jordbakterier

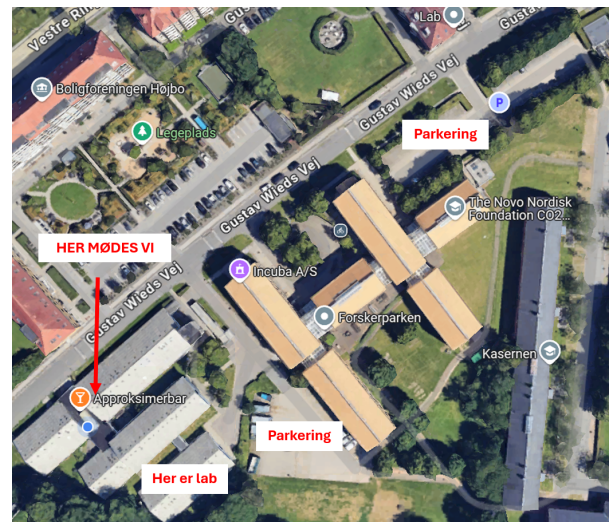
I forløbets anden del inviteres eleverne på en workshop i vores undervisningslaboratorier, der ligger ved Universitetsparken på Institut for Bio- og Kemiteknologi. Workshopen vil starte kl 9.00 og slutte omkring 15.00. Hvis I ankommer i biler, kan I senest dagen inden workshopen sende alle nummerplader til [tinyearth@eng.au.dk](mailto:tinyearth@eng.au.dk) og dermed holde gratis på alle parkeringspladser i Universitetsparken (gælder dog ikke parkeringspladser ved Steno museet og Naturhistorisk museum).

### Tjekliste til underviser:

- Eleverne kan med fordel skimme baggrundsmaterialet inden workshopen. Eleverne vil arbejde med arbejds-spørgsmålene på workshopen.
- Eleverne kan med fordel se videoprotokollerne på Tiny Earth Danmarks hjemmeside inden workshopen.
- Mind eleverne om at tage madpakke med. Der vil ikke være mulighed for at købe mad.**
- Medbring alle elevernes agarplader. Husk at forsegle agarpladerne med parafilm inden transport.
- Husk eventuelle jordspyd og jordtermometre fra materialekittet. Andre overskydende materialer er I velkommen til at beholde.

### Adressen for workshopen:

Aarhus Universitet Bygning 3140-3142  
Gustav Wieds Vej 10A  
8000 Aarhus C



### Undervisningsmateriale til Del 2 - Karakterisering af jordbakterier

#### Baggrundsmateriale:

- Kapitel 6: Mød ESKAPE patogenerne
- Kapitel 7: Antibiotika: Opdagelse, opbygning og virkemåde
- Kapitel 8: Lær dine isolater at kende
- Kapitel 9: I sidste ende handler det hele om kemi
- Kapitel 10: Resistens mod antibiotika
- Kapitel 11: Klassisk vs. moderne klassificering
- Kapitel 12: Bakterier i kontekst

#### Protokoller:

- Isolering af jordbakterier
- PCR
- Test for antibiotikaproduktion
- Agarose gelelektroforese
- Gramtest- og farvning
- Biokemiske tests

# Del 3

## Gennemgang af resultater

I forløbets tredje del skal eleverne analysere deres resultater og indtaste dem i den internationale Tiny Earth discovery database. Resultaterne vil blive uploadet på platformen Padlet og læreren vil modtage et direkte link til resultaterne ca. 1-2 uger efter workshoppen. Eleverne har via platformen Padlet mulighed for at stille spørgsmål direkte til os. Vi hjælper gerne med databehandlingen (f.eks. sekvensanalyse) over et online møde med klassen.

### Tjekliste til underviser:

- Alle elever bør på forhånd downloade UGENE. Andre værktøjer kan også anvendes, men videoerne tager udgangspunkt i UGENE. UGENE kan downloades her: <http://ugene.net/download.html>
- Eleverne kan med fordel se videoprotokollerne på Tiny Earth Danmarks hjemmeside. På hjemmesiden findes også en guide til at indtaste data i databasen.
- Eleverne bør medbringe deres noter, dataark observationer mm. fra hele forløbet. Alt dette skal indtastes i databasen.

### Undervisningsmateriale til Del 3 - Gennemgang af resultater

#### Protokoller:

- Databehandling af 16S rRNA gen sekvenser
- DNA sekvensanalyse med BLAST og RDP

#### Link til database:

<https://discovery.tinyearth.wisc.edu/>