

## V1: Herstellung von Joghurt (3 Schulstunden)

*Siehe auch: Erläuterung 2.1 für Lehrkräfte*

*Siehe auch: Arbeitsblatt 2 für Schüler*

### Benötigte Materialien:

- 1 Brutschrank oder Warmhaltebox aus Styropor mit Deckel (Maße: Höhe 20 cm, Länge 35 cm, Breite 30 cm; Dicke des Styropors: 10 cm)
- Haushaltsfolie
- 1 Herdplatte
- 1 Kochlöffel oder 1 Schneebesen
- 1 Kochtopf
- Tassen oder Gläser in Klassenstärke
- Teelöffel in Klassenstärke
- 1 Küchenmesser
- 1 Thermometer (Skala bis 100 °C)
- 3 Liter Milch (100 ml pro Schüler)
- 3 Becher Vollmilchjoghurt (ausreichend für eine Schulklasse)
- 1 Zitrone

### Durchführung:

- Die Milch in Portionen von je 1 Liter auf 72 °C erhitzen
- Gleich darauf die Milch auf 45 °C abkühlen.
- Einen Teelöffel Joghurt in ein Gefäß (Tasse oder Glas) füllen.
- Die abgekühlte Milch dazugeben.
- Die Mischung mit einem Teelöffel verrühren.
- Das Gefäß mit Haushaltsfolie verschließen.
- Das Gefäß einige Stunden bzw. über Nacht in den Brutschrank bei 37 °C oder in die Warmhaltebox stellen.
- Parallel eine halbe Zitrone in ein Glas Milch auspressen. Die Milch etwa eine Schulstunde stehen lassen.

### Beobachtung:

- Nach einigen Stunden in der Wärme ist der Joghurt dick geworden.
- Bereits beim Abziehen der Haushaltsfolie von den Gefäßen ist sein typischer Geruch wahrnehmbar.
- Der Joghurt schmeckt säuerlich.
- Der Zitronensaft führt zum Ausflocken der Milch und später zum „Dickwerden“.

### Erklärung:

- Durch das anfängliche Erhitzen der Milch auf 72 °C werden Bakterien in der Milch abgetötet, die den Joghurt verderben könnten.
- Im Joghurt erzeugen die Bakterien der Joghurtkulturen Milchsäure, die das Eiweiß der Milch zum Ausflocken bringt und daher die Milch „dick macht“.
- Dass Säure die Ursache für das Ausflocken ist, zeigt der Vergleich mit der Milch, der Zitronensaft zugesetzt wurde.

## V2: Herstellung von Sauerkraut (2 Schulstunden)

*Siehe auch: Erläuterung 2.1 und 3.2 für Lehrkräfte*

*Siehe auch: Arbeitsblatt 2 für Schüler*

### Benötigte Materialien:

- 1 Einweckglas (2 Liter) mit Gummiring, Deckel und Spange
- 1 Holzzylinder (Höhe 4 bis 5 cm) oder 1 Eierbecher
- 1 tiefer Teller
- 1 Küchenbrett
- 1 Küchenmesser
- 1 Schüssel, Durchmesser 30 cm
- 1 großer Kopf Weißkohl
- 20 bis 40 g Salz

### Durchführung:

- Ein Kopf Weißkohl auf dem Küchenbrett in schmale Streifen schneiden.
- Den geschnittenen Kohl zusammen mit dem Salz in die Schüssel geben.
- Kohl und Salz mit der Hand gut durchmischen.
- Den gesalzenen Kohl in das Weckglas füllen.
- Den Kohl mit der Faust gut zusammenpressen.
- Einen Holzzylinder oder Eierbecher auf den Kohl pressen, den Deckel auflegen (Gummiring einlegen) und das Einweckglas mit der Spange verschließen.
- Das Glas auf einen tiefen Teller stellen. So muss der Kohl stehen bleiben, bis daraus Sauerkraut geworden ist.

### Beobachtung:

- Beim Zusammenpressen mit der Faust tritt Flüssigkeit aus, die den Kohl etwa 1 cm hoch bedecken muss.
- Nach einigen Tagen kann zwischen Gefäß und Deckel Flüssigkeit austreten.
- Nach mindestens 2 Wochen ist das Sauerkraut fertig für die erste Kostprobe.

### Erklärung:

- Das Einweckglas beherbergt eine richtige Zellkultur mit Weißkraut als Nährmedium. Nur wenige Bakterienarten können auf ihm überleben.
- Wird das Kraut geschnitten, gesalzen und in Behältern eingestampft, entsteht ein Sauerstoffmangel. Diese anaeroben Bedingungen und der hohe Salzgehalt begünstigen das Wachstum Milchsäure-gärender Bakterien.
- Durch ihren Stoffwechsel senken sie den pH-Wert und verdrängen alle säureempfindlichen Mikroorganismen. Schließlich bleiben wenige *Lactobacillus*- und *Leuconostoc*-Arten übrig.

## V3: Petrischalenkultur von Keimen aus der Umgebung (2 Schulstunden)

*Siehe auch: Erläuterung 3.2 für Lehrkräfte*

*Siehe auch: Arbeitsblatt 3 für Schüler*

### Benötigte Materialien:

- 1 Brutschrank (falls vorhanden)
- 1 Schnellkochtopf
- 1 Becherglas (400 ml)
- 1 Uhrglas zum Abdecken des Becherglases
- 1 Bunsenbrenner
- Parafilm oder Klebeband
- Alufolie
- 1 sterile Petrischale pro Schülergruppe (2 Schüler)
- 1 sterile Pipette (20 ml) pro Schülergruppe (2 Schüler)
- 1 Pipettierhilfe pro Schülergruppe (2 Schüler)
- Nährgarpulver (Fertigprodukt)

Alle unbefüllten Glaswaren können in Alufolie eingewickelt 1 Stunde bei 100 °C im Backofen sterilisiert werden. Pipetten und Auslauf des Becherglases sind vor der Handhabung kurz abzuflammen.

### Durchführung:

- Den Nährgar im Becherglas nach Vorschrift des Herstellers zubereiten.
- Den Ansatz 30 Minuten bei 115 °C im Schnellkochtopf sterilisieren (mit etwas destilliertem Wasser gefüllt, Sterilgut darin stehend).
- **Verletzungsgefahr!** Wegen des erforderlichen Druckausgleichs darf der Topf erst wieder geöffnet werden, wenn im Inneren mindestens 5 Minuten lang Atmosphärendruck herrscht.
- Den heißen Agar mit der Pipette zügig in die Petrischalen einfüllen. Dabei sollte der Deckel nur kurz geöffnet werden. Der Boden der Petrischale muss vollständig mit Agar bedeckt sein. Danach die Schale sofort wieder verschließen.
- Auf den Deckel der gefüllten Schale die nächste Petrischale stellen und in der gleichen Weise befüllen, bis der Stapel 10 Platten umfasst. Der Stapel darf erst wieder bewegt werden, wenn der Agar erkaltet ist.
- Die Platten 2 bis 3 Tage bei 30 °C im Brutschrank aufbewahren.
- Platten, die sich als steril erwiesen haben, können für folgende Experimente verwendet werden:
  - **Abklatschverfahren:** Objekte aus der Umgebung (z. B. Tischkante, Kühlschranktür, WC, Türklinke) vorsichtig mit dem Agar berühren. Die Platten am Rand fest mit Parafilm umwickeln und über Nacht bei 30 °C inkubieren (Kontrolle: 1 ungeöffnete Platte).
  - **Inokulation mit Luftkeimen:** Im Klassenzimmer und außerhalb die Nährgarplatten unterschiedlich lange Zeiten öffnen und dann mit Parafilm fest verschlossen über Nacht bei 30 °C inkubieren (Kontrolle: 1 ungeöffnete Platte).

# Versuchsanleitungen BIOTECHNOLOGIE

für Schülerinnen und Schüler



Petrischalenkultur von Keimen aus der Umgebung  
Seite 2 von 2

## Beobachtung:

- Über Nacht wachsen auf den Platten Kolonien von Mikroorganismen in unterschiedlichen Größen und Farben.
- Beim Abklatschverfahren und bei der Exposition der Agarplatten mit der Außenluft entsteht je nach berührter Oberfläche, Expositionsort und Expositionsdauer eine sehr unterschiedliche Anzahl von Bakterienkolonien pro Platte.
- Die Platten, die der Außenluft ausgesetzt waren, zeigen einige Kolonien in leuchtenden Gelb- und Orangetönen.

## Erklärung:

- Bakterien, Hefen und Pilze umgeben uns überall und sind auch auf unserer Haut zuhause.
- Flächen, die wir häufig berühren, weisen eine höhere Besiedelung mit Keimen auf.
- Bei der „Luftprobe“ entstehen umso mehr Kolonien auf der Platte, je länger die Platte geöffnet war.

## V4: DNA-Isolierung aus einer Frucht

*Siehe auch: Erläuterung 3.4 für Lehrkräfte*

*Siehe auch: Arbeitsblatt 3 für Schüler*

### Benötigte Materialien:

- 1 Messzylinder 100 ml
- 1 Becherglas 50 ml
- 1 Glaspipette 20 ml mit Pipettierhilfe
- 1 Holzbrett
- 1 Küchenmesser
- 1 Teelöffel
- 1 Trichter
- 1 Kaffeefilter
- 1 Mörser mit Pistill
- Zellophanfolie
- 1 umgebogene Stricknadel
  
- 1 frische Tomate
- Destilliertes Wasser
- Kochsalz
- Spülmittel
- Isopropanol absolut (aus dem Kühlschrank)

### Durchführung:

- Eine halbe Tomate auf dem Holzbrett in kleine Stücke zerschneiden.
- Die Tomatenstücke in den Mörser überführen.
- In den Messzylinder ca. 5 ml Spülmittel pipettieren, dazu einen Teelöffel Kochsalz geben und mit destilliertem Wasser auf 50 ml auffüllen.
- Den Zylinder mit Zellophanfolie verschließen und zum Lösen des Inhalts mehrfach über Kopf schwenken.
- Den Inhalt des Messzylinders zu den Tomatenstücken in den Mörser geben.
- Die Tomatenstücke im Mörser ca. 5 Min. zerkleinern.
- Den Trichter mit einem Kaffeefilter bestücken.
- Inhalt des Mörsers in den Kaffeefilter geben und im Messzylinder ca. 20 ml auffangen, danach den Trichter mit Filter in das Becherglas stellen.
- Zum Inhalt des Messzylinders 20 ml eiskaltes Isopropanol zugeben (vorsichtig an die Glaswand pipettieren und das Fruchtsat auf diese Weise mit dem Alkohol überschichten).
- Den Messzylinder mit Zellophanfolie verschließen und mehrfach vorsichtig schwenken.
- Folie entfernen und die Ausflockung mit einer Stricknadel (an der Innenwand entlang) aus der Lösung ziehen.

# Versuchsanleitungen BIOTECHNOLOGIE

für Schülerinnen und Schüler



DNA-Isolierung aus einer Frucht  
Seite 2 von 2

## Beobachtung:

- Bereits bei Zugabe des Isopropanols ist an der Grenzfläche der beiden Lösungen eine Trübung erkennbar. Bei Schwenken des verschlossenen Zylinders werden große Flocken sichtbar.

## Erklärung:

- Im Mörser werden die Gewebestücke der Frucht zerrieben und die Zellwände mechanisch zerstört. Das Spülmittel in der Lösung enthält Tenside, welche die Zellmembranen der Pflanzenzellen zerstören. Der gesamte Zellinhalt wird in die Lösung freigesetzt.
- Durch das Filtrieren werden grobe Gewebereste und Trümmer der Zellwände zurückgehalten, während die gesamte genomische DNA, Proteine und weitere Zellinhaltsstoffe den Filter passieren.
- In Gegenwart des Isopropanols wird den gelösten DNA-Strängen die Hydrathülle entzogen; die DNA wird unlöslich und flockt aus.
- Eine eventuelle rötliche Färbung der ausgefällten DNA kommt durch Verunreinigungen durch Proteine und Farbstoffe zustande.

## V5: Komplexierung eines Duftstoffs durch $\gamma$ -Cyclodextrin

*Siehe auch: Erläuterung 4.3 für Lehrkräfte*

*Siehe auch: Arbeitsblatt 4 für Schüler*

### Benötigte Materialien:

- 1 Becherglas
- 1 Spatel
- 1 Magnetrührer
- 1 Rührfisch
- 1 Trichter
- 1 Papierfilter
- 1 Papiertuch oder Serviette
- 1 Laborwaage
- 1 Trockenschrank
  
- $\gamma$ -Cyclodextrin
- Duftstoff (z. B. Orangenöl, Zitronenöl, Lavendelöl)
- Destilliertes Wasser

### Durchführung:

- 7 g  $\gamma$ -Cyclodextrin bei Raumtemperatur in 50 ml destilliertem Wasser unter ständigem Rühren lösen.
- Nachdem die Lösung klar ist, unter intensivem Rühren tropfenweise etwa 0,8 g Duftstoff zusetzen.
- Nach kurzer Zeit wird die Lösung trübe. Nach längerem Warten den Niederschlag abfiltrieren und im Trockenschrank bei 70 Grad Celsius über Nacht trocknen.
- Eine Spatelspitze des Pulvers auf eine Papierserviette übertragen und mit Wasser benetzen.

### Beobachtung:

- Das getrocknete Filtrat ist geruchlos. Bei Benetzung mit Wasser ist der Geruchsstoff teilweise wieder wahrnehmbar.

### Erklärung:

- Der gasförmige (wahrnehmbare) Duftstoff steht im Gleichgewicht mit dem im Wasser gelösten Duftstoff. Dieser wiederum steht im Gleichgewicht mit dem Duftstoff-Cyclodextrin-Komplex. In der Festphase steht der Duftstoff daher nicht im Gleichgewicht mit der Gasphase. Er kann erst in die Gasphase übertreten, wenn das getrocknete Filtrat mit Wasser benetzt wird.

## V6: Cellulasen als Additive in Waschmitteln

*Siehe auch: Erläuterung 5 für Lehrkräfte*

*Siehe auch: Arbeitsblatt 5 für Schüler*

### Benötigte Materialien:

- 4 Reagenzgläser
- Vollwaschmittel (mit Cellulasen und Bleichmittel)
- Color-Waschmittel (mit Cellulasen, ohne Bleichmittel)
- Basis-Waschmittel oder Wollwaschmittel (ohne Enzyme und Bleichmittel)
- braune Zwiebelschalen
- Leitungswasser

### Durchführung:

- In jedes Reagenzglas gleiche Mengen kleiner Zwiebelschalenstücke geben und die Gläser zur Hälfte mit Wasser füllen.
- Das erste Glas dient als Vergleich.
- Zum zweiten Glas einen Spatel des Vollwaschmittels geben, zum dritten einen Spatel Color-Waschmittel und zum letzten Cellulase-freies Basis- oder Wollwaschmittel. Gut schütteln. Die Ansätze über Nacht stehen lassen.

### Beobachtung:

- In Glas 1 (Wasser) und 4 (Basis- oder Wollwaschmittel) ist das Wasser gelb-braun gefärbt, die Zwiebelschalen zeigen aber noch ihre bräunliche Farbe.
- In Glas 2 (Vollwaschmittel) sind Lösung und Zwiebelschalen kaum noch gefärbt.
- Die Lösung in Glas 3 (Color-Waschmittel) ist dunkelbraun, die Schalen sind teilweise entfärbt.
- Zur Aktivierung der Bleichmittel (Glas 2) muss der Ansatz evtl. etwas im Wasserbad erwärmt werden.

### Erklärung:

- Die braunen Farbstoffe sind in den oberen Zellschichten der Zwiebelschalen eingelagert. Sie können mit Wasser extrahiert werden, dieser Prozess dauert jedoch relativ lange (Glas 1).
- Cellulasen greifen diese Zellschichten an, wobei die Farbstoffe schneller freigesetzt werden (Glas 2 + 3). Dadurch sind die Farbstoffe auch für Bleichmittel, z. B. aus Vollwaschmitteln, leichter angreifbar. Die gelösten Farbstoffe werden entfärbt (Glas 2).
- Waschmittel ohne Cellulasen bewirken dagegen keine wesentliche Farbänderung (Glas 4).



# Versuchsanleitungen BIOTECHNOLOGIE

für Schülerinnen und Schüler



## Weiterführende Praxistipps

**Weitere Biotechnologie-Experimente** zur Durchführung im Unterricht finden Sie unter anderem in folgenden Handbüchern:

*Horst Bayrhuber, Eckard R. Lucius (Hg.)*

*Handbuch der praktischen Mikrobiologie und Biotechnik*

*Band 1:*

*Mikrobiologische Grundlagen, Biotechnik in der Nahrungs- und Genussmittelproduktion*

*Metzler Schulbuch Verlag GmbH, Hannover*

*1992*

*Horst Bayrhuber, Eckard R. Lucius (Hg.)*

*Handbuch der praktischen Mikrobiologie und Biotechnik*

*Band 2:*

*Nutzung von Enzymen in der Biotechnik, Gentechnik, Pflanzliche Zell- und*

*Gewebekulturen*

*Metzler Schulbuch Verlag GmbH, Hannover*

*1997*

*Horst Bayrhuber, Eckard R. Lucius (Hg.)*

*Handbuch der praktischen Mikrobiologie und Biotechnik*

*Band 3:*

*Mikroorganismen im Unterricht*

*Metzler Schulbuch Verlag GmbH, Hannover*

*1992*

Zur **Chemie der Cyclodextrine** bietet das Institut für Didaktik der Chemie an der Justus-Liebig-Universität Gießen auf seiner Homepage [www.uni-giessen.de/~ge1016/](http://www.uni-giessen.de/~ge1016/) in der Rubrik „Ausbildungsbroschüren“ zahlreiche Anleitungen für Experimente sowie zwei Hintergrundinformationen (Reader) zum Download an.