

# SCHULKOFFER GENTECHNIK

Gentechnik durch Praxis begreifen

## KONZEPT

---

### Hintergrund:

Die Vermittlung moderner Labor- und Forschungsmethoden ist ein im Lehrplan verankertes Ziel, stellt die LehrerInnen aber häufig vor das Problem, dass die Schule nicht über die geeigneten Geräte und Reagenzien verfügt. Daher können Arbeitsweisen und Anwendungen der Gentechnik im Unterricht oft nur theoretisch behandelt werden.

Praktisches Arbeiten bietet einen sehr direkten Zugang zu neuem Wissen. Open Science entwickelte daher einfache Versuche auf Modulbasis, die unter Einhaltung des Gentechnikgesetzes in Schulen durchführbar sind. Durch ein Verleihsystem für die Geräte werden die Kosten möglichst niedrig gehalten.

### Durchführung:

Die benötigten Geräte für die einzelnen Module sind in dem Schulkoffer Gentechnik enthalten und können für die Dauer der Versuche ausgeliehen werden. Die Verbrauchsmaterialien werden über das Vienna Open Lab bereitgestellt.

### Experimente:

Der Schulkoffer Gentechnik kann von eingeschulten LehrerInnen beim Vienna Open Lab unter Angabe der gewünschten Zeit (bis zu 2 Wochen), der durchzuführenden Module und der Anzahl der Versuche/Gruppen pro Modul, bestellt werden. Die Lieferung des Koffers sowie der Materialien erfolgt per Abholung, BahnExpress oder Botendienst. Für die Schulkoffer wurde eine Elektrogeräteversicherung inkl. Transportrisiko abgeschlossen. Mutwillige Beschädigungen sind nicht abgedeckt. Die Bestellung sollte 3 bis 4 Wochen vorab aufgegeben werden.

### Einschulung:

Lehrerinnen und Lehrer werden in eigenen, regelmäßig stattfindenden Seminaren eingeschult. Sie bieten eine fundierte Einführung in die Thematik Gentechnik. Zusätzlich werden LehramtsstudentInnen im Rahmen von Lehrveranstaltungen in das Programm des Schulkoffers Gentechnik eingeschult.

### Kosten:

Die Kosten für die Verbrauchsmaterialien variieren je nach Modul von 1 bis maximal 8 € pro Versuch. Zusätzlich fallen Kosten für Geräteverleih/Organisation sowie für den Transport an.

## MODULE DES SCHULKOFFER GENTECHNIK IM ÜBERBLICK

---

### **Modul 1 – DNA-Bastel-Set**

Zusammenbau eines Papiermodells in Form einer Doppelhelix  
sehr einfach, Unterstufe, ohne Koffer möglich

### **Modul 2 – DNA-Isolation aus Gemüse und Obst**

einfache, anschauliche DNA-Präparation mit Küchenmethoden  
sehr einfach, Unterstufe, ev. auch ohne Koffer möglich

### **Modul 3 – Restriktionsverdau**

Schneiden von DNA in Stücke unterschiedlicher Länge mit Enzym  
einfach, Koffer A, in Kombination mit Modul 4

### **Modul 4 – DNA-Gelelektrophorese**

Auftrennung von DNA-Stücken nach Länge auf einem Agarosegel  
nicht ganz einfach, Koffer A, ev. vorher Modul 3, Modul 6 oder Modul 7

### **Modul 5 – Transformation**

gentechnische Veränderung von Bakterien durch Einbringen eines Plasmids  
nicht ganz einfach, Koffer A+B

### **Modul 6 – PCR**

Nachweis eines Genabschnitts mit der Polymerasekettenreaktion  
schwierig, Koffer A+B, in Kombination mit Modul 4

### **Modul 7 – DNA-Isolierung aus Sojamehl**

Isolierung von DNA und Nachweis einer gentechnischen Veränderung in Sojamehl  
schwierig, Koffer A+B, in Kombination mit Modul 4

## MODULBESCHREIBUNG

---

### Modul 1 – DNA-Bastel-Set

DNA bildet eine doppelsträngige Helix. Jeder Base liegt genau eine komplementäre Base gegenüber (A-T, G-C). Aus der Anordnung der Phosphorsäure, Zucker und Basen ergibt sich zwangsläufig eine helikale Drehung. Dies wird mit einem einfachen Papiermodell nachgebaut.

Anhand des Aufbaus der DNA-Doppelhelix lassen sich die Theorie der Basenpaarung und die Verdoppelung des Erbguts bei der Zellteilung erklären.

Inhalt:	Zusammenbau eines Papiermodells in Form einer Doppelhelix
Themen:	DNA-Aufbau, Basenpaarung, Vererbung, Replikation, Transkription, Restriktionsenzyme, Hybridisierung
Theorie:	einfach bis komplex
Praxis:	einfach
Dauer:	1 Unterrichtsstunde
Koffer:	nicht notwendig, Anleitung ist als pdf-Datei zum download auf <a href="http://www.openscience.or.at/#!/schulcorner/sonstiges/schulkoffer">http://www.openscience.or.at/#!/schulcorner/sonstiges/schulkoffer</a> erhältlich

### Modul 2 – DNA-Isolierung aus Gemüse und Obst

In jeder Zelle ist DNA enthalten - also auch in den meisten Nahrungsmitteln. Mit einfachsten Methoden werden die Zellen von Obst oder Gemüse aufgebrochen (Mixer, Geschirrspülmittel), die flüssige Fraktion abgetrennt (Kaffeefilter) und die enthaltene DNA mit Alkohol ausgefällt. Sie wird als fädiges Knäuel sichtbar. Die Präparation ist sehr anschaulich und eindrucksvoll.

Anhand dieses Moduls können der Aufbau lebender Zellen, der DNA-Gehalt von Lebensmitteln, die Präparation von DNA aus Zellen und die Theorie der Löslichkeit vermittelt werden.

Inhalt:	einfache, anschauliche DNA-Präparation mit Küchenmethoden
Themen:	Aufbau lebender Zellen, DNA-Gehalt von Lebensmitteln, DNA-Präparation, Löslichkeit
Theorie:	einfach
Praxis:	sehr einfach
Dauer:	1 Unterrichtsstunde, pro Präparation ca. 15 Minuten
Kosten:	1 € pro Gruppe
Vorschlag:	verschiedene Gemüsesorten mitbringen lassen, DNA-Mengen vergleichen
Koffer:	nicht unbedingt notwendig, ev. Verbrauchsmaterial, Anleitung als pdf-Dateien erhältlich

### Modul 3 – Restriktionsverdau

Mit Hilfe von Restriktionsenzymen wird DNA an ganz bestimmten Sequenzen geschnitten. Sie wird dadurch in Bruchstücke zerlegt, die anhand ihrer Größe in einer anschließenden Gelelektrophorese (Modul 5) identifiziert werden können. Im Vergleich können die Unterschiede mehrerer DNAs festgestellt werden. Die Methode des Restriktionsverdau ist die Grundlage der DNA-Analytik.

Anhand dieses Moduls lassen sich die Theorie und Anwendung von Restriktionsenzymen besprechen. Interessante Diskussionen könnten sich zu den Themen Vaterschaftstests, Fingerprinting, Datenschutz, etc. ergeben.

- Inhalt: Schneiden von unterschiedlichen Plasmiden mit Hilfe von Restriktionsenzymen
- Themen: DNA-Aufbau; Restriktionsenzyme; Kartierung; Vaterschaftstest; Fingerprinting
- Theorie: einfach bis komplex möglich
- Praxis: einfach
- Dauer: 1 Unterrichtsstunde
- Kosten: 4 € pro Gruppe
- Koffer: A, Verbrauchsmaterial
- Achtung!** Zum Sichtbarmachen der Ergebnisse ist danach eine Gelelektrophorese (Modul 4) anzuschließen

### Modul 4 – DNA-Elektrophorese

Für die Identifizierung von DNA wird in der Gentechnik oft die Gelelektrophorese eingesetzt. DNA ist negativ geladen und wandert daher in einem elektrischen Feld. Bruchstücke unterschiedlicher Länge wandern in einem Agarosegel verschieden schnell und können so aufgetrennt und unterschieden werden. Die Banden von DNA unterschiedlicher Länge werden mit einem Farbstoff sichtbar gemacht. Die Länge unbekannter DNA-Stücke kann durch Vergleich mit einem Marker bekannter Länge ermittelt werden. Anhand dieses Moduls lassen sich Trennmethode und die Eigenschaften von DNA besprechen.

- Inhalt: Auftrennung von DNA-Stücken unterschiedlicher Länge auf einem Agarosegel
- Themen: Trennmethode, Eigenschaften von DNA, Kartierung, Vaterschaftstest, Fingerprinting
- Theorie: einfach bis komplex möglich
- Praxis: nicht ganz einfach
- Dauer: 1 Unterrichtsstunde (Gel gießen, Gellauf), vorher Probenvorbereitung/Module 3, 6 oder 7
- Kosten: 5 € pro Gruppe
- Koffer: A, Verbrauchsmaterial

## Modul 5 – Transformation

Um gentechnisch zu arbeiten, müssen DNA-Stücke vermehrt werden. Dies geschieht zumeist in Bakterien. Die gewünschte DNA wird dazu in eine ringförmige DNA, ein Plasmid, eingebracht. Diese werden mit speziell präparierten Bakterienzellen (kompetenten Zellen) zusammengebracht. Das Plasmid enthält außer der gewünschten DNA auch ein Antibiotika-Resistenz-Gen. Ob eine Zelle tatsächlich das Plasmid aufgenommen hat, wird daher durch Wachstum auf einer Antibiotikum-hältigen Nährplatte getestet. Zusätzlich wird mit einer Farbreaktion getestet, ob das Plasmid die gewünschte DNA enthält<sup>1</sup>.

Inhalt:	gentechnische Veränderung von Bakterien durch Einbringen eines Plasmids
Themen:	Gentechnik allgemein, Arbeiten mit Kleinstmengen, steriles Arbeiten, Bakterienwachstum, Selektion, Antibiotika-Resistenzen, Klonierung
Theorie:	komplex
Praxis:	nicht sehr schwierig
Dauer:	Vorbereitung (15 Minuten), 2 h Inkubationszeit, dann 1 Unterrichtsstunde (Transformation, Ausplattieren), Auswertung nach 1-2 Tagen
Kosten:	6 € pro Gruppe
Koffer:	A+B, Verbrauchsmaterial

## Modul 6 – PCR

Die Polymerasekettenreaktion (PCR) wird verwendet, um einen DNA-Abschnitt zu vermehren bzw. zu kopieren. Dies geschieht durch Anlagerung von spiegelbildlichen Sequenzen und Synthese der dazwischenliegenden DNA. In mehreren Zyklen ausgeführt, steigt die DNA-Menge exponentiell. Die PCR ist eine der wichtigsten Methoden der Gentechnik. Sie dient unter anderem zum Nachweis bestimmter Gene auch aus geringsten Mengen. Die Ergebnisse werden durch eine anschließende DNA-Elektrophorese (Modul 4) sichtbar gemacht.

Inhalt:	Nachweis eines Genabschnitts mit der Polymerasekettenreaktion
Themen:	gentechnische Methoden, Enzymaktivitäten, Vermehrung eines Gens, Nachweis einer bestimmten DNA-Sequenz, DNA-Sonden, Einsatzgebiete der PCR (z.B. in der Gerichtsmedizin, beim Lebensmittelnachweis, etc.)
Theorie:	komplex
Praxis:	schwierig
Dauer:	1 Unterrichtsstunde (PCR-Ansatz), PCR läuft dann 2-3 Stunden, anschließend Gelelektrophorese
Kosten:	7 € pro Gruppe
Koffer:	A+B, Verbrauchsmaterial
<b>Achtung!</b>	Zum Sichtbarmachen des Ergebnisses ist danach eine Gelelektrophorese (siehe Modul 4) anzuschließen.

---

<sup>1</sup>Bei diesem Experiment wird ein Gen aus dem Darmbakterium Escherichia coli in einen anderen Stamm desselben Bakteriums eingesetzt. Die entstehenden Bakterien sind nicht „neu“. Daher fällt dieser Versuch nicht unter das österreichische Gentechnik-Gesetz.

## Modul 7 – DNA-Isolierung aus Sojamehl

Gentechnisch veränderte (GV) Lebensmittel müssen gekennzeichnet werden, wenn die Veränderung nachweisbar ist. Um dies zu untersuchen, wird die DNA aus der zu fraglichen Probe, z.B. Sojamehl, isoliert. In einer nachfolgenden PCR (Modul 6) mit Gelelektrophorese (Modul 4) wird überprüft, ob in dieser DNA die gentechnische Veränderung enthalten ist. Die Identifizierung ergibt sich aus dem Vergleich mit bekannten Sojamehl (GV und nicht-GV).

Anhand dieses Moduls können zusätzlich DNA-Isolierung und die Problematik gentechnischer Veränderung von Lebensmitteln diskutiert werden.

Inhalt:	Isolierung von DNA und Nachweis einer gentechnischen Veränderung in Sojamehl
Themen:	DNA-Isolierung, Kontrollen beim wissenschaftlichen Arbeiten, GV-Lebensmittel
Theorie:	komplex
Praxis:	schwierig, dieses Modul ist für fortgeschrittene SchülerInnen konzipiert, eher für Freifach bzw. Wahlpflichtfach geeignet
Dauer:	2 Unterrichtsstunden (Isolierung und PCR-Ansatz), PCR läuft dann 2-3 Stunden, anschließend Gelelektrophorese
Kosten:	8 € pro Gruppe
Koffer:	A+B, Verbrauchsmaterial
<b>Achtung!</b>	Zum Sichtbarmachen des Ergebnisses ist danach eine Gelelektrophorese (siehe Modul 4) anzuschließen.

## ORGANISATORISCHES RUND UM DEN VERLEIH

---

### Verwaltung

Der Schulkoffer Gentechnik wird vom Vienna Open Lab in Wien verwaltet. Um den Verleih zu erleichtern und die Versandkosten für den Empfänger so gering wie möglich zu halten, sind in den Bundesländern Tirol (Innsbruck) und Kärnten (Klagenfurt) jeweils zwei "kleine" Koffer (Koffer C) verfügbar.

In Salzburg, Oberösterreich (Linz) und der Steiermark (Graz) könnten bei ausreichendem Bedarf auch zwei Koffer C dauerhaft stationiert werden.

### Kofferbestandteile

#### Koffer A (Standort: Wien - Vienna Open Lab)

- 9 variable Pipetten (3x 1000 µl, 3x 100 µl, 3x 10 µl)
- 2 Gelelektrophorese-Kammern
- 4 Gelelektrophorese-Kämme
- 1 Power-Supply (Netzgerät zur Gelelektrophorese)
- 1 Blaulicht-Transilluminator
- 2 Schutzbrillen

Koffer B (Standort: Wien - Vienna Open Lab)

- 1 Zentrifuge
- 1 PCR-Gerät

Koffer C - kleiner Koffer (Standort: Wien, OÖ, T und K)

- je 1 variabler Pipettensatz (1x 1000 µl, 1x 200 µl, 1x 20 µl)
- 1 Gelelektrophorese-Kammer mit 2 Kämmen
- 1 Power-Supply (Netzgerät zur Gelelektrophorese)
- 1 Minizentrifuge
- 2 Racks

Bezeichnung	Anzahl	Standort(e)	Module
Koffer A	1	Wien	1-4
Koffer A+B	1	Wien	5-7
Koffer C	10	Wien (4x) Innsbruck und Klagenfurt (je 2x)	1-5

**Verbrauchsmaterialien:**

Plastikröhrchen, Spitzen, etc. sowie Chemikalien, Puffer, Enzyme, DNAs  
 Werden in separatem Karton je nach Modul-Bestellung zusammengestellt, tlw. Kühlware!

**Verleih:**

Der Verleih des Schulkoffers Gentechnik erfolgt nach folgendem Schema:  
 Kontaktieren Sie das Büro vom Vienna Open Lab unter 01/79044 4591 und teilen Sie uns mit

- für welchen Zeitraum Sie den Schulkoffer benötigen
- welche Module Sie durchführen wollen
- und mit wie vielen Gruppen Sie das jeweilige Modul durchführen möchten

Alternativ können Sie uns auch das ausgefüllte Bestellformular (siehe nächste Seite) schicken.

**Kosten:**

Die Leihgebühr beträgt einmalig 30 Euro (unabhängig welcher bzw. wie viele Koffer entliehen werden).  
 Zusätzlich werden die Reagenzien pro Modul bzw. Gruppe einzeln verrechnet (siehe Preise bei Modulbeschreibung). Wie viele Personen/SchülerInnen sich in einer Gruppe befinden, kann frei gewählt werden. Die Anzahl der Gele ist individuell zu bestimmen - je nach bestellten Modulen.

**Versand:**

Der Versand der Koffer erfolgt via Logistikunternehmen und beträgt ca. 30 Euro (door to door - one way). Wir empfehlen, den Schulkoffer im jeweilig nahegelegenen Bundesland zu entleihen.

Sollten Sie den Koffer und Verbrauchsmaterialien selber abholen und/oder zurückbringen wollen, so können Sie dies gerne tun. In diesem Fall entfallen selbstverständlich die entsprechenden Transportkosten.

Die Reagenzien zu den einzelnen Modulen werden via EMS (24 h-Zustellung) versandt. Die Kosten betragen zwischen 12 und 15 Euro. Lagern Sie alle Reagenzien, die Sie als Kühlware bekommen, nach Erhalt unverzüglich auf -18 °C. Entnehmen Sie diese Reagenzien erst unmittelbar vor dem Versuch aus dem Tiefkühlfach/-schrank.

Nach Beendigung der Experimente schicken Sie den/die Koffer zusammen mit allen Verbrauchsmaterialien per Logistikunternehmen an uns zurück (es sei denn, Sie retournieren alles persönlich). Bitte sammeln Sie alle benutzten Verbrauchsmaterialien wie Spitzen, Gele, leere Plastikgefäße etc. in einem verschlossenen Plastiksack und senden Sie diese mit der Retourlieferung mit. Wir kümmern uns um eine sachgerechte Entsorgung.

**Kontakt:**

Vienna Open Lab  
Dr. Bohr-Gasse 3  
1030 Wien  
tel.: (01) 79044 4591  
mail: [office@viennaopenlab.at](mailto:office@viennaopenlab.at)  
web: [www.viennaopenlab.at](http://www.viennaopenlab.at)