

## 1.4 Sojaanbau

J. VARGA, W. LINDNER, M. SCHEUCH, I. WENZL, C. SCHIEDER, S. KAPELARI

Soja wird weltweit als wichtigster pflanzlicher Eiweißlieferant angebaut und kurbelt den globalen Weltmarkt an. Im Zuge der MASCIL-Reihe „Soja“ lernen Schülerinnen und Schüler verschiedener Schulstufen die Pflanze kennen. Als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Österreichs ist es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler herauszufinden, unter welchen Bedingungen Sojabohnen in Österreich am besten wachsen und die Landwirte über Soja und dessen Anbau zu informieren. Praktisches Wissen dazu wird aus eigenen Beobachtungen zum Anbau abgeleitet und in weiteren Unterrichtseinheiten zum Thema besprochen.

### Überblick

**Schulart:** Sekundarstufe I

**Alter:** 11–15

**Zeitbedarf:** 4 Unterrichtseinheiten (200 min)

**Link:** <http://mascil.science-edu.at/?go=task#sojaanbau>

#### Aspekte des forschungsorientierten Lernens:

- an der aktuellen Thematik „Sojaanbau in Österreich“ arbeiten
- Wissen über Pflanzenwachstum und Sojaanbau generieren
- die globale Relevanz von Soja erkennen
- bereits vorhandenes, durch Beobachtungen neu hinzugekommenes und durch Lehrpersonen vermitteltes Wissen vernetzen
- eine Hypothese und ein Beratungsgespräch formulieren

#### Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** globaler Sojaanbau und die aktuelle Diskussion des Sojaanbaus in Österreich
- **Rolle/Beruf:** Als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer erforschen die Schülerinnen und Schüler die Sojabohne in Hinblick auf deren optimalen Wachstumsfaktoren, um mit den daraus resultierenden Ergebnissen ein Beratungsgespräch mit Landwirten zu führen.

- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler bilden Hypothesen, führen experimentelle Untersuchungen durch und protokollieren diese. Sie verknüpfen ihre Beobachtungen und Hypothesen mit den gesammelten Daten, woraus sie Informationen für eine Beratung ableiten.
- **Produkt:** Beratungsgespräch/-schreiben

## Leitfaden für die Lehrperson

Bei dieser Aufgabe sollen Schülerinnen und Schüler zum selbstständigen Hypothesenbilden und Beobachten ermutigt werden. Durch verschiedene Ansätze können unterschiedliche, das Sojawachstum beeinflussende Faktoren beobachtet werden. Die „Blind“-Ansätze ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern eigene Ideen oder Vorstellungen zum Pflanzenwachstum und dessen Beeinflussung einzubringen. Des Weiteren können sie ihre Hypothesen durch den Unterrichtsinhalt der nachfolgenden Stunden ergänzen.

- Ziel: Hypothesen generieren und überprüfen sowie relevante Informationen aus der Beobachtung für ein Beratungsgespräch ableiten
- Thematik: Die Schülerinnen und Schüler sollen eigene Vorstellungen, Erlerntes und Beobachtetes mit praxisnahen Aufgaben verbinden.
- Auswirkungen: Mit der Aufgabe soll die Problematik des Sojaanbaus in Österreich thematisiert sowie relevante Informationen über den Sojaanbau gesammelt werden, die in weiteren Aufgaben der MASCIL-Reihe „Soja“ verwendet werden können.

## Arbeitsmethoden

- Brainstorming, Hypothesenbildung und Planung des Monitorings
- Sojabohnen anpflanzen und Protokollierung
- Hypothese überprüfen und ggf. verändern
- Experimentansätze auswerten
- Ergebnisse ableiten und ein Beratungsgespräch bzw. -schreiben formulieren

## Herausforderungen

Ist der Auftrag klar formuliert? Sind die verwendeten Wirtschaftsdaten auf dem aktuellen Stand?

## Informationen zur Durchführung

Die Schülerinnen und Schüler erhalten vier ihnen unbekannte Erdproben, eine von der Lehrperson vorbereitete Lösung mit dem Inokulum und die Sojabohnen.

Das als Pulver bezogene Inokulum (z. B. aus dem Lagerhaus online zu bestellen) wird im Wasser gelöst (1 EL auf 1/2l Wasser) und den Schülerinnen und Schülern als Lösung für den Ansatz 3 und 4 zur Verfügung gestellt. In der Landwirtschaft werden die Samen der Sojabohne mit dem Inokulum direkt vermischt und gemeinsam ausgesät. Der Sand, der im Verhältnis von 1:1 zu den jeweiligen Erden hinzugefügt werden soll, dient der Verbesserung der Bodenstruktur, da er zur Auflockerung der Erde beiträgt. Aus den Ansätzen ergibt sich folgende experimental-theoretische Aufteilung:

|          |   |                      |
|----------|---|----------------------|
| Ansatz 1 | Blumenerde + Sand (1:1)                   | (Kontrollgruppe)     |
| Ansatz 2 | Gartenerde (+ Kressesamen) + Sand (1:1)   | (Experimentansatz 1) |
| Ansatz 3 | Gartenerde + Sand (1:1) + Lösung Inokulum | (Experimentansatz 2) |
| Ansatz 4 | Blumenerde + Sand (1:1) + Lösung Inokulum | (Experimentansatz 3) |

Der Ansatz 1 dient als Kontrollgruppe. Hier werden die Sojabohnen in eine „sterile“ Blumenerde aus dem Warenhandel gesetzt. Es sollten keine konkurrierenden Individuen in der Erde vorhanden sein, ebensowenig Knöllchenbakterien. Erwartet wird, dass im Ansatz 2 eventuell Beikräuter das Wachstum der Pflanze beeinflussen (Unkrautsamen in der Gartenerde). Sollte das Experiment im Wintersemester durchgeführt werden, empfiehlt es sich Kressesamen unterzumischen, da diese unabhängig von der Tageslänge keimen. Ansatz 3 und 4 erweitern die beiden ersten Ansätze um die Zugabe des Inokulums, wodurch mit Knöllchenbakterien Wurzelknöllchen gebildet werden sollten. Durch eine ausreichende Versorgung mit Stickstoff durch bakterielle Stickstoffversorgung soll ein begünstigtes Wachstum der Pflanze beobachtet werden können.

## Weitere Informationen

Die Keimung dauert ca. 10 Tage. Sojabohnen brauchen viel Licht für ihr Wachstum.

Die Knöllchenbakterien an den Wurzeln sind nach 4–5 Wochen zu erkennen. Die Färbung der aufgeschnittenen Knöllchen zeigt die Aktivität der Knöllchenbakterien an. Dazu müssen zunächst die Wurzeln gewaschen werden. Bei rot gefärbten Knöllchen wurde der Farbstoff Leg-Hämoglobin eingelagert und die Knöllchenbakterien sind aktiv. In grünen oder weißlichen Knöllchen sind die Knöllchenbakterien nicht aktiv.

## Auswertungsmöglichkeiten

- Zählen der Knöllchen, Unterscheidung in aktive und inaktive, Vergleich zwischen den Ansätzen
- Gewicht der Knöllchen mit Gewicht der gesamten Biomasse vergleichen: einfache Statistik pro Ansatz, Vergleich zwischen den Ansätzen
- Vergleich von Anzahl und Größe der Knöllchen zwischen den Ansätzen
- Verhältnis Wurzel: oberirdischer Pflanzenteil (Größe, Gewicht, Anzahl der Blätter bei der oberirdischen Pflanze, ...), Vergleich zwischen den Ansätzen

Die Gestaltung des Protokolls bleibt den Schülerinnen und Schülern überlassen. Es eignen sich ein Beobachtungsprotokoll, eine Fotodokumentation oder mittels Apps (*explain everything* oder *stop motion*) erstellte Kurzvideos.

Es kann die Länge des Sprosses sowie die Länge und Breite der Blättchenspreiten (gefiedertes Blatt) regelmäßig gemessen und die Anzahl der Blättchen gezählt werden. Zur Bestimmung der Blattoberfläche können diese als „Ellipse“ modelliert und mittels Ellipsen-Rechner (<http://rechneronline.de/pi/ellipse.php>) der Zuwachs an Gesamtblattoberfläche bestimmt werden, ohne die Blätter zu beschädigen. In den weiteren Unterrichtseinheiten sollen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit bekommen, das Pflanzenwachstum ihrer Sojabohnen zu protokollieren. Der Datenauswertung und Diskussion wird ein wichtiger Stellenwert eingeräumt. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler verstehen, welche Faktoren das Wachstum der Sojabohne beeinflussen. Sie sollen herausfinden, welchen Einfluss das Inokulieren hat und dass nicht die Anzahl der Knöllchen, sondern die Aktivität der Bakterien

in den Knöllchen Einfluss auf das Wachstum der Pflanzen hat. Sie sollen überlegen, welche Hypothesen sie durch ihre Daten stützen oder widerlegen können und welche Faktoren, zusätzlich zu den „beschriebenen“, Einfluss haben können. Anschließend sollen sie sich als Expertinnen und Experten für Sojabohnen auf eine Methode einigen, mit der sie den Landwirten ihre Erkenntnisse am besten näherbringen können. Sie können sich grafische bzw. tabellarische Darstellungsformen überlegen, die ihre Ergebnisse übersichtlich machen. Die Schülerinnen und Schüler sollen bereits vorhandenes Wissen, zum Beispiel über Photosynthese, CO<sub>2</sub>, Stickstoff- oder Wasserkreisläufe, Tierzucht oder Ernährung, aktivieren und überlegen, wie dieses Wissen helfen kann, die unterschiedlichen Aspekte des Sojawachstums zu erklären bzw. welche möglichen Folgewirkungen Ernährungsgewohnheiten, großflächiger Sojaanbau etc. auf landwirtschaftlich geprägte Ökosysteme haben können. Zusätzliche Information kann auch aus den weiteren Materialien zum MASCIL-Reihe „Soja“ entnommen werden.

## Arbeitsblatt

Soja wird weltweit als wichtigster pflanzlicher Eiweißlieferant angebaut und kurbelt den globalen Weltmarkt an. Die Länder mit der größten Sojaproduktion sind die USA, Brasilien, Argentinien und China. Aufgrund der negativen Umwelteinflüsse durch den Import und der internationalen Verwendung von genetisch verändertem Soja plant Österreich auf seinen Ackerflächen vermehrt Soja anzubauen. Die Landwirte wissen aktuell noch zu wenig über den Anbau von Sojapflanzen und befürchten Ertragsverluste und finanzielle Einbußen. Als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Österreichs ist es eure Aufgabe herauszufinden, unter welchen Bedingungen Sojabohnen in Österreich am besten wachsen und die Landwirte über Soja und deren Anbau zu informieren. Praktisches Wissen dazu wird aus eigenen Beobachtungen zum Anbau abgeleitet und in weiteren Unterrichtseinheiten zum Thema besprochen.

## Benötigte Materialien

- 4 Rosentöpfe pro Gruppe (mindestens 2l besser 4l Volumen; wichtig! Töpfe mindestens 20 cm tief, da die Sojapflanze ein Tiefwurzler ist)
- 12 Sojabohnen pro Gruppe

- Kressesamen
- 4 Erdproben
- Pipette und Lösung
- Protokollierungsmaterial für die Schülerinnen und Schüler (Stift, Papier, Beschriftungsmaterial etc.)
- Gießkanne
- Auswertung: Waage, 1 Maßband pro Gruppe

### Aufgabe und Durchführung

Verwendet die Erdproben 1–4, um zu überprüfen unter welchen Bedingungen die Sojapflanzen am besten wachsen. Beobachtet die Versuchsansätze und dokumentiert die Beobachtungen über mehrere Wochen (zumindest 4–5) hinweg. Formuliere eine Hypothese zu den Wachstumsunterschieden bei den Sojapflanzen, die sich nach ca. 4–5 Wochen zeigen. Überlege dir eine Möglichkeit, wie du deine Hypothesen überprüfen kannst. Protokolliert eure Ergebnisse und verfasst ein Informationsschreiben an die Landwirte.

Anbauanleitung für die Erdproben 1–2:

- Fülle die Erde in die beschrifteten Töpfe.
- Bohre mit einem Stift drei, jeweils 2 cm tiefe Löcher in die Erde.
- Gib jeweils eine Sojabohne in eines der Pflanzlöcher.
- Schließe die Pflanzlöcher mit Erde.
- Gieße den Ansatz.

Anbauanleitung für die Erdproben 3–4:

- Fülle die Erde in den beschrifteten Topf.
- Bohre mit einem Stift drei, jeweils 2 cm tiefe Löcher in die Erde.
- Gib jeweils eine Sojabohne in eines der Pflanzlöcher.
- Pipettiere 2 ml der Lösung auf die Sojabohne.
- Schließe die Pflanzlöcher mit Erde.
- Gieße den Ansatz.

In den kommenden Wochen solltest du die Ansätze ca. jeden 2. Tag gießen!

## Handout

Soy is cultivated around the world and is stimulating the world market. It has become the most important plant-based protein source. The countries with the largest soy acreage are the US, Brazil, Argentina and China. Due to the negative environmental consequences of large imports as well as the international use of genetically modified soy, Austria is planning to cultivate more soy on their soil. However, to date Austrian farmers know relatively little about its cultivation and are worried about financial and harvest loss.

As employees of the Austrian Chamber of Agriculture it is your task to find out how soy could be cultivated in Austria and to inform the farmers about the soy plant and its cultivation. Practical knowledge will be derived from your own observations in cultivation experiments and will be discussed during further lessons.

## Material

- 4 rose pots per group (mindestens 2l, better 4l; it is important that the pots be at least 20 cm high, since the soy plant's roots grow deep)
- 12 soy beans per group
- cress seeds
- 4 soil samples
- Pipette and solution
- material for the students to keep notes (pens, paper, labelling material etc.) watering can
- Analysis: scale, 1 tape measure per group

## Task

Use the soil samples 1–4 to find out under which conditions soy plants grow best. Observe the different pots and take notes during the course of a couple of weeks (at least 4–5). Come up with a hypothesis regarding the differences in growth, which will be visible after 4–5 weeks. Think about how to test your hypothesis. Take notes of your results and write an information letter to the farmers.

Instructions for soil samples 1–2:

- put the soil in the labelled pots
- using a pen, create three holes each 2 cm deep in the soil
- put one soybean in each hole
- cover the holes with soil
- water the soil

Instruction for soil samples 3–4:

- put the soil in the labelled pots
- using a pen, create three holes each 2 cm deep in the soil
- put one soybean in each hole
- using a pipette, put 2 ml of the solution onto the soy bean
- cover the holes with soil
- water the soil

During the upcoming weeks you should water the pots every 2 days!