



Innovative Model of learning STEM in secondary schools



Co-funded by
the European Union

LearnSTEM

*Innovatives Modell des MINT-Lernens
in Sekundarschulen*

ERASMUS+ KA220
Kooperationspartnerschaften in der Schulbildung

WP3: LearnSTEM

Handbuch zur Umsetzung von MINT-Praktiken

Demet Şener Çanlı

Mehmet Aydın

Hayriye Torunoğlu

Yusuf Demir Zentrum für Wissenschaft und Kunst

Kırşehir

TÜRKİYE

Datum

08.06.2024

Referenznummer:

2022-1-TR01-KA220-SCH-000087583



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



1. Lernressourcen

1.1 Lerneinheit - **Konstruktion eines Solarmoduls**

1.1.1 Hintergrund

Grundlegende Kenntnisse in der Programmierung der Arduino Uno Steuerplatine vor diesem Kurs wären für die Schüler*innen von Vorteil, um effektivere Designs zu erstellen.

Den Schüler*innenn wird ein kurzes Video gezeigt, um ihre Aufmerksamkeit auf die Bedeutung der Solarenergie, einer erneuerbaren Energiequelle, zu lenken. Nachdem die Aufmerksamkeit der Schüler*innen geweckt wurde, werden konzeptionelle Informationen darüber gegeben, was Solarenergie ist und wie Solarzellen funktionieren. Anschließend werden die Schüler*innen gefragt, was getan werden kann, um die Effizienz von Solarzellen zu erhöhen. Die Schüler*innen werden gebeten, verschiedene Ideen zu diesem Thema vorzubringen. Anschließend werden den Schüler*innen Beispiele für verschiedene Solarmodule gezeigt, die auf der ganzen Welt eingesetzt werden.

Anhand der Funktionsweise von Solarmodulen wird gezeigt, wie der Einfallswinkel des Sonnenlichts die vom Solarmodul gewonnene Elektrizität beeinflusst, indem eine Taschenlampe, ein Voltmeter und ein Solarmodul verwendet werden. Es wird erwähnt, dass sich der Winkel, in dem die Sonnenstrahlen auf die Erde fallen, ändern kann, was sich auf die von Solarzellen gewonnene Energie auswirken kann. Die Schüler*innen sollen überlegen, was getan werden kann, um die Kontinuität der Sonnenstrahlen senkrecht zum Solarmodul zu gewährleisten. Die Schüler*innen werden gebeten, ihre Ideen anderen Schüler*innen zu erklären. Sie werden gebeten, untereinander zu diskutieren. Nachdem die Meinungen der Schüler*innen gesammelt wurden, wird eine Beispielstudie gezeigt, die bereits zu diesem Thema durchgeführt wurde und wie sie von verschiedenen Materialien profitieren können.

Dazu wird die Verwendung des 3D-Konstruktionsprogramms Tinkercad gezeigt und wie man einen Druck von einem 3D-Drucker erhält. Dann wird gezeigt, wie die entstandenen Teile und andere elektronische Teile miteinander verbunden werden. Es wird ein Beispielprogramm gezeigt, wie man elektronische Teile mit dem Arduino Uno steuern kann. Abschließend wird die vorbereitete Arbeit getestet und ihr Erfolg mit den Schüler*innen bewertet.



1.1.2 Inhalt

LearnSTEM Modul 1: Entwurf eines Solarmoduls	
Ziel des Moduls/der Lerneinheit	Ziel dieses Moduls ist es, die Bedeutung der Nutzung der Solarenergie, einer erneuerbaren Energiequelle, hervorzuheben.
Dauer	40' x 8
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Schüler*innen wissen, was Solarenergie ist. • Die Schüler*innen können erklären, wie Solarzellen funktionieren. • Die Schüler*innen können verschiedene Designs von Solarzellen entdecken. • Die Schüler*innen werden wissen, was man tun kann, um die Effizienz von Solarzellen zu erhöhen. • Die Schüler*innen werden in der Lage sein, ein Solarmodul zu entwerfen, um die Sonnenenergie besser zu nutzen.
Erforderliche Ressourcen/Materialien (Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)	<ul style="list-style-type: none"> • Für die Konstruktion: (3D-Konstruktionsprogramm und 3D-Drucker) oder (Sperrholz, Karton und Silikonpistole) • Für Elektronik: Servomotor, Lichtsensor, Überbrückungskabel, Widerstand, Voltmeter, Arduino uno, Lötkolben
Verfahren	Unterrichtseinheiten: 1. Wecken Sie die Aufmerksamkeit der Schüler*innen für das Thema. 2. Bereitstellung von Informationen über Solarenergie. 3. Zeigen Sie Beispiele für die Gestaltung von Solarmodulen. 4. Demonstrieren Sie die Verwendung von Tinkercad und wie man die Ausgabe von einem 3D-Drucker erhält. 5. Zeigen Sie, wie elektronische Bauteile miteinander verbunden sind. 6. Bewerten Sie den Erfolg der vorbereiteten Arbeit durch Tests mit den Schüler*innen. 7. Rückmeldung.



Innovative Model of learning STEM in secondary schools



Co-funded by
the European Union

<p>Methoden zur Vermittlung von Inhalten (Vorlesung, Diskussionen, Forschung, Gruppenarbeit usw.)</p>	<p>Gruppenarbeit Erläuterung Praktische Demonstration Diskussion Brainstorming</p>
<p>Bewertungsmethode</p>	<p>H5P-Prüfung</p>
<p>Referenzen</p>	<p>Almadhhachi, M., Seres, I., & Farkas, I. (2022). Die Bedeutung von Solarbäumen: Konfiguration, Betrieb, Typen und Kommerzialisierung der Technologie. <i>Energy Reports</i>, 8, 6729-6743.</p> <p>Bakirci, K. (2012). Allgemeine Modelle für optimale Neigungswinkel von Solarmodulen: Turkey case study. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>, 16(2012), 6149-6159. http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.07.009</p> <p>Dal, A. R. (2021). Güneş enerji panellerindeki optimum eğim açısının verime etkisinin incelenmesi. <i>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi</i>, 8(1), 241-250. https://doi.org/10.35193/bseufbd.878795</p> <p>Le Roux, W. G. (2016). Optimale Neigungs- und Azimutwinkel für feststehende Solarkollektoren in Südafrika anhand gemessener Daten. <i>Renewable Energy</i>, 96, 603-612. http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.05.003</p> <p>Melhem, R., & Shaker, Y. (2023). Optimaler Neigungswinkel und Sonneneinstrahlung von Photovoltaik-Modulen für die Länder des Golf-Kooperationsrates. <i>International Journal of Energy Research</i>, 2023. https://doi.org/10.1155/2023/8381696</p> <p>Tang, R. & Wu, T. (2004). Optimale Neigungswinkel für Solarkollektoren in China. <i>Applied Energy</i>, 79(2004), 239-248. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2004.01.003 https://www.greenprophet.com/2015/11/solar-palm-trees-3d-printed-dubai/ https://www.britannica.com/science/solar-energy https://education.nationalgeographic.org/resource/solar-energy/ https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/solar-energy https://www.nrel.gov/news/video/solar-energy-basics-text.html https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-system-design-basics https://www.energy.gov/eere/solar/concentrating-solar-thermal-power-basics https://www.energysage.com/blog/most-common-solar-energy-uses/ https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1650102</p>



1.2 Lerneinheit - Vermehrung von Hefen als Bioorganismen

1.2.1 Hintergrund

Hefe; oval, farblos und glatt, wandelt bei der Gärung Kohlenhydrate in Alkohol um, vermehrt sich durch Knospung, wird in der Backindustrie und bei der Herstellung von Ethanol verwendet, z. B. *Saccharomyces cerevisiae* (Bäckerhefe). Hefe ist ein einzelliger Organismus aus dem Reich der Pilze. Es gibt mehr als 500 Arten und Tausende von Varianten von Hefe. Hefe findet sich im Boden, in zuckerhaltigen Flüssigkeiten (Obst und Blumen) und auf der Oberfläche von Pflanzen und Tieren. Hefe hat mehrere Anwendungen in der Biotechnologie und spielt eine wichtige Rolle bei der Herstellung von Brot und alkoholischen Getränken.

In der Lebensmittelherstellung wird Hefe verwendet, um Gärung und Sauerteig zu erzeugen. Die Pilze ernähren sich von Zuckern und produzieren Alkohol (Ethanol) und Kohlendioxid; bei der Bier- und Weinherstellung ist das erstere das gewünschte Produkt, beim Backen ist es das letztere.

Bei der Hefe erfolgt die Knospung in der Regel bei reichlicher Nährstoffzufuhr. Bei diesem Fortpflanzungsprozess entsteht eine kleine Knospe als Auswuchs des Mutterkörpers. Später wird der Kern der Mutterhefe in zwei Teile geteilt und einer der Kerne wandert in die Knospe. Die neu entstandene Knospe.

Faktoren, die die Hefevermehrung beeinflussen, sind:

- Temperatur
- pH-Wert
- O₂ Austausch
- Kohlenstoffquelle und -konzentration
- Nährstoff-Medien-Kombination
- Mischgeschwindigkeit usw...

Das Verhalten des Teigs während der Gärung kann mit Hilfe verschiedener mathematischer Modelle als Sigmoidalkurven dargestellt werden. Die Brotherstellung ist grundsätzlich ein temperaturabhängiger zweistufiger Prozess, der aus der Gärung besteht, bei der sich die mit der Hefeaktivität verbundene CO₂-Produktion in einer porösen Teigstruktur manifestiert, und der Entwicklung des Teigvolumens während des Backens, bei der die Hefeaktivität beendet und die Brotstruktur fertiggestellt wird.



1.2.1 Inhalt

LearnSTEM	
Modul 2: Vermehrung von Hefen als Bioorganismen	
Ziel des Moduls/der Lerneinheit	Mit diesem Modul soll gezeigt werden, wie sich Hefe unter günstigen Bedingungen vermehrt.
Dauer	40'x 4
Lernziele	Die Schüler*innen können erklären, dass sich Hefen unter geeigneten Bedingungen vermehren, und dies anhand von Experimenten zeigen.
Erforderliche Ressourcen/Materialien (Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)	<ul style="list-style-type: none"> • Für Experiment 1: Hefen, heißes Wasser, warmes Wasser, kaltes Wasser, Zucker, Schwamm, Messzylinder. • Für Experiment 2: Hefen, warmes Wasser, Zucker, Schwamm, Messzylinder. • PowerPoint-Präsentationen
Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Um diese Aktivität durchführen zu können, müssen die Schüler*innen mikroskopische Lebewesen bereits kennen und Beispiele nennen können. Diese Themen werden wiederholt und die Übung beginnt. • Die für Experiment 1 benötigten Materialien werden im Voraus vorbereitet und in den Klassenraum gebracht, wo sie für alle Schüler*innen gut sichtbar platziert werden. Die Schüler*innen werden in zufällige Gruppen von 3-4 Personen eingeteilt. Mit Hilfe dieser Materialien sollen sie einen Mechanismus erstellen, mit dem wir die Vermehrung von Hefepilzen in warmen, kalten und heißen Umgebungen vergleichen können. Die von den Gruppen erstellten Mechanismen werden mit anderen Gruppen verglichen (Abbildung 1). Die Schüler*innen werden gefragt, in welcher Umgebung Hefe am besten wachsen kann, und die Antworten werden diskutiert. • In der nächsten Stunde werden die für Experiment 2 benötigten Materialien in den Klassenraum gebracht. Die Schüler*innen werden in zufällige Gruppen von 3-4 Personen eingeteilt. Die Schüler*innen werden gebeten, einen Mechanismus zu entwickeln, mit dem wir das Wachstum von Hefen in zuckerhaltiger und zuckerfreier Umgebung vergleichen können.



Innovative Model of learning STEM in secondary schools



Co-funded by
the European Union

	<ul style="list-style-type: none">• Die Schüler werden dann gefragt, welche anderen Bedingungen für die Vermehrung von Hefen erforderlich sind.• Den Schüler*innen werden Präsentationen und Videos zu diesem Thema gezeigt.
Methoden zur Vermittlung von Inhalten (Vorlesung, Diskussionen, Forschung, Gruppenarbeit usw.)	Teamarbeit Forschung Praktische Demonstration Diskussionen Erläuterung Brainstorming Problematisierung Praktisches Experiment
Bewertungsmethode	H5P-Quiz
Referenzen	<p>Ali, A., Shehzad, A., Khan, M. R., Shabbir, M. A., & Amjid, M. R. (2012). Hefe, ihre Arten und ihre Rolle bei der Fermentation während des Brotbackprozesses - A. <i>Pakistan Journal of Food Sciences</i>, 22(3), 171-179.</p> <p>Koçak, F. 2019. Farklı Havalandırma Profillerinde Maya Çoğalmasının Betaglukan Verimine Etkisinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Unveröffentlichte Master Thesis.</p> <p>Pamir, H. 1985. Fermantasyon Mikrobiyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:936, Ankara.</p> <p>Walker, G. M. 1998. Hefephysiologie und Biotechnologie. John Wiley & Sons Ltd., 1-7, Schottland.</p> <p>https://www.britannica.com/dictionary/yeast</p> <p>https://www.merriam-webster.com/dictionary/yeast</p> <p>https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/yeast</p> <p>https://www.slideshare.net/shiningpearl18/funqiyeastmolds</p> <p>https://tr.wikipedia.org/wiki/Maya_%28biyoloji%29</p> <p>https://byjus.com/neet/yeast-diagram/</p> <p>https://www.britannica.com/science/yeast-fungus</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=XY6akiB-IYk&t=4s</p> <p>https://www.seriousseats.com/all-about-dry-yeast-instant-active-dry-fast-acting-and-more</p> <p>https://mobil.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Gida-Hijyeni-ve-Guvenligi/Maya-Cesitleri-Nelerdir_3580.htm</p> <p>https://wiki.yeastgenome.org/index.php/What_are_yeast%3F</p> <p>https://byjus.com/biology/budding/</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=iyWtp_L0Kzc&t=191s</p> <p>https://mindthegraph.com/blog/tr/sigmoid-pattern/</p>



1.3 Lerneinheit 3 Blätter transportieren und verdampfen Wasser

1.3.1. Hintergrund

Das Blatt ist die Energiefabrik der Pflanze und für ihr Überleben unverzichtbar. Durch die Photosynthese wird Lichtenergie in Zucker umgewandelt, der wiederum zu den photosynthetisch inaktiven Teilen der Pflanze, wie den Wurzeln, transportiert wird (Katifori, 2018).

Die Blätter sind in der Regel die wichtigste Schnittstelle der Pflanze für den Gasaustausch, und sie sind distal zur Hauptwasserquelle, d. h. zum Boden, gelegen. Daher sind sie das am stärksten entwässerte Pflanzenorgan und steuern letztlich die Transpirationsrate. Das Netzwerk der Blattadern transportiert Wasser von den Stängeln zu den Blättern. Auch die produzierte Glukose wird von den Blättern über die Adern zu den anderen Teilen der Pflanze geleitet.

Die Spaltöffnungen (winzige Löcher an der Unterseite des Blattes) lassen Luft in das Blatt hinein und aus ihm heraus. Die Spaltöffnungen befinden sich normalerweise an der Unterseite des Blattes.

Die Spaltöffnungen schließen sich in der Nacht, um Gase und Feuchtigkeit in den Blattzellen zurückzuhalten, und öffnen sich tagsüber, um den Gasaustausch fortzusetzen.

Der osmotische Druck von Wassermolekülen aus dem Boden in die Wurzeln verursacht einen Aufwärtssdruck, der als Wurzeldruck bezeichnet wird. Aufgrund dieses Drucks wird das aus dem Boden aufgenommene Wasser durch das Xylemgewebe des Stammes nach oben gedrückt. Das Xylem ist das Gefäßgewebe, das für den Transport von Wasser und gelösten Mineralien von den Wurzeln hinauf zum Stamm und den Blättern der Pflanze verantwortlich ist. Das Wasser wird den Rest des Weges durch die Transpiration transportiert, die den größten Teil der für den Wassertransport in Pflanzen benötigten Kraft liefert.

Wie alle lebenden Organismen benötigen auch Pflanzen ein Ausscheidungssystem, um überschüssiges Wasser aus ihrem Körper auszuschcheiden. Dieser Prozess der Ausscheidung von überschüssigem Wasser aus dem Pflanzenkörper wird als Transpiration bezeichnet. Im Allgemeinen handelt es sich dabei um die Verdunstung von Wasser von der Oberfläche der Blätter.

1.3.2. Inhalt

LearnSTEM	
Modul 3: Blätter transportieren und verdampfen Wasser	
Ziel des Moduls/der Lerneinheit	In diesem Modul sollen die Schüler*innen lernen, wie Blätter Wasser transportieren und verdampfen.
Dauer	40x 4 dakika
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> Die Schüler*innen sind in der Lage, das Phänomen des Wassertransports zu den Blättern zu erklären und durch Experimente zu demonstrieren. Die Schüler*innen sind in der Lage, die Verdunstung von Wasser von der Oberfläche der Pflanzenblätter zu erklären und durch Experimente zu demonstrieren.
Erforderliche Ressourcen/Materialien (Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus	<ul style="list-style-type: none"> Experiment 1: Wasser, Lebensmittelfarbe, Blumen oder Blätter Experiment 2: Aluminiumfolie, Glasgefäß und Blume PowerPoint-Präsentationen



<p>Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)</p>	
<p>Verfahren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Um diese Aktivität durchführen zu können, müssen die Schüler*innen die grundlegenden Teile und Funktionen von Pflanzen kennen und Beispiele nennen können. Diese Themen werden wiederholt und dann beginnt die Aktivität. • Die für Experiment 1 benötigten Materialien werden im Voraus vorbereitet und in den Klassenraum gebracht, wo sie für die Schüler*innen sichtbar aufbewahrt werden. Die Schüler*innen werden in zufällige Gruppen von 3-4 Personen eingeteilt. Mit diesen Materialien sollen sie einen Mechanismus entwerfen, mit dem wir beobachten können, wie Pflanzen Wasser transportieren. Die von den Gruppen entworfenen Mechanismen werden miteinander verglichen (Abbildung 1). Die Schüler*innen werden gefragt und diskutieren, wie Pflanzen und Blätter Wasser transportieren. Die Adern in den Blättern und ihre Funktionen werden erklärt. • Den Schüler*innen wird gesagt, dass in der nächsten Lektion beobachtet werden soll, wie Pflanzen Wasser verdunsten. Sie werden gebeten, darüber nachzudenken, was in diesem Bereich getan werden kann. • In der nächsten Stunde werden die für Experiment 2 benötigten Materialien vorbereitet und in den Klassenraum gebracht. Die Materialien der Schüler*innen, die verschiedene Materialien mitbringen, werden ebenfalls bewertet. • Die Schüler*innen werden in zufällige Gruppen von 3-4 Personen aufgeteilt. Die Schüler*innen sollen einen Mechanismus vorbereiten, um zu beobachten, wie Blätter Wasser verdampfen. Die von den Gruppen vorbereiteten Mechanismen werden verglichen. Die Schüler*innen werden gefragt, wie Blätter Wasser verdampfen. Die Struktur der Spaltöffnungen wird erklärt, und es wird erläutert, wie Wasser von der Oberfläche der Blätter verdunstet. • Den Schüler*innen werden Präsentationen und Videos zu diesem Thema gezeigt.
<p>Methoden zur Vermittlung von Inhalten (Vorlesung, Diskussionen, Forschung, Gruppenarbeit usw.)</p>	<p>Teamarbeit Forschung Praktische Demonstration Diskussionen Erläuterung Brainstorming Problematisierung Praktisches Experiment</p>



Innovative Model of learning STEM in secondary schools



Co-funded by
the European Union

Bewertungsmethode	H5P-Quiz Kontinuierliche Bewertung durch Beobachtung
Referenzen	<p>Boanares, D., Isaias, R. R. M. S., de Sousa, H. C., & Kozovits, A. R. (2018). Strategien der Wasseraufnahme von Blättern basierend auf anatomischen Merkmalen. <i>Plant Biology</i>, 20(5), 848-856. https://doi.org/10.1111/plb.12832</p> <p>Guzmán-Delgado, P., Mason Earles, J., & Zwieniecki, M. A. (2018). Einblicke in die physiologische Rolle der Wasseraufnahme über die Blattoberfläche aus der Perspektive der Rehydrationskinetik. <i>Plant, Cell & Environment</i>, 41(8), 1886-1894. https://doi.org/10.1111/pce.13327</p> <p>Katifori, E. (2018). The transport network of a leaf, <i>Comptes Rendus Physique</i>, 19(4), 244-252. https://doi.org/10.1016/j.crhy.2018.10.007</p> <p>https://kids.britannica.com/kids/article/leaf/433080</p> <p>https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/leaf</p> <p>https://www.merriam-webster.com/dictionary/leaf</p> <p>https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/leaf</p> <p>https://www.passmyexams.co.uk/GCSE/biology/structure-of-leaf.html</p> <p>https://eschooltoday.com/learn/leaf-structure/</p> <p>https://www.britannica.com/video/152187/overview-leaf-structure-functions-plant</p> <p>https://www.nagwa.com/en/presentations/638126046213/</p> <p>https://www.britannica.com/video/73123/Plants-osmosis-roots-water-transpiration-leaves-moisture</p> <p>https://www.science-sparks.com/changing-colour-flowers-with-transpiration/</p> <p>https://www.science-sparks.com/changing-colour-flowers-with-transpiration/</p> <p>https://www.stem.org.uk/rx34bv</p> <p>https://eschooltoday.com/learn/transpiration/</p> <p>https://byjus.com/biology/transpiration/</p> <p>https://www.britannica.com/science/transpiration</p> <p>https://as1.ftcdn.net/v2/img/04/28/25/36/1000_F_428253637_KXsq3ZhVTtYAZnVtDMYALVZgWtZRdfN.jpg</p>



1.4 Lerneinheit 4 - Wachstum von Pflanzen und Salzgehalt

1.4.1 Hintergrund

Faktoren, die das Pflanzenwachstum beeinflussen, sind: Licht, Wasser, Kohlendioxid, Luft, Temperatur, die Verfügbarkeit wichtiger Nährstoffe, der pH-Wert des Bodens und der Platz zum Wachsen. Wasser ist eines der wichtigsten Elemente, die Pflanzen benötigen. Wenn man an Gartenarbeit denkt, denkt man im Allgemeinen an Wasser, Boden und Sonnenlicht. Pflanzen können leiden, wenn eines dieser Elemente beeinträchtigt ist. Die Bedeutung von Wasser für Pflanzen geht über die bloße Erhaltung ihrer Lebensfähigkeit hinaus. Wasser ist auch ein notwendiges Element für das Gedeihen von Pflanzen. Wasser ermöglicht die Aufnahme von lebenswichtigen Nährstoffen aus dem Boden. Außerdem trägt Wasser zum Transport von Zucker und anderen Elementen bei, die von Blumen oder Früchten benötigt werden.

Lösliche Salze können von den Pflanzen leicht aufgenommen werden. Je nach Art und Menge der Salzverbindungen, die in die Pflanze gelangen, werden sie bei Überschreiten einer bestimmten Konzentration für die Pflanze schädlich. Sie haben eine giftige Wirkung auf die Pflanze, indem sie die Ernährung und den Stoffwechsel stören. Außerdem kann die Pflanze mit zunehmender Salzkonzentration im Boden nur noch schwer Wasser aus dem Boden aufnehmen, die Bodenstruktur verschlechtert sich und die Pflanzenentwicklung verlangsamt sich oder kommt sogar zum Stillstand. Die hohe Salzkonzentration hat verschiedene unerwünschte Auswirkungen. Ein Ionenungleichgewicht ist eine der wichtigsten Folgen. Eine hohe Konzentration von Na- und Cl-Ionen beispielsweise kann zu biochemischen Prozessen führen, die für die Pflanzen tödlich sein können. Die Natrium- und Chloridtoxizität führt nicht nur zu Ernährungsstörungen, sondern auch zu physiologischer Trockenheit, indem sie das osmotische Potenzial der Bodenlösungen senkt.

Der durch NaCl verursachte Salzgehalt ist einer der häufigsten abiotischen Stressfaktoren, die die Pflanzenphysiologie beeinflussen. Salzstress führt zu verschiedenen Störungen der Pflanzen (Ungleichgewicht der Nährstoffionen, Verringerung der stomatären Leitfähigkeit, geringe photosynthetische Aktivität usw.), zu morphologischen Veränderungen (Verringerung der Anzahl der Blätter, der Pflanzengröße, der Länge der Wurzeln und der Fruchtbildung) und zu Veränderungen der Sekundärmetaboliten (Signalmoleküle, Hormone und oxidative Verbindungen). Die Verwendung von Salzwasser für den Pflanzenanbau erfordert daher die Ermittlung artspezifischer Schwellenwerte, ab denen die Pflanzen empfindlich auf den Salzgehalt reagieren.



1.4.2 Inhalt

LearnSTEM	
Modul 4: Wachstum von Pflanzen und Salzgehalt	
Ziel des Moduls/der Lerneinheit	Ziel dieses Moduls ist es, die Schüler*innen in die Lage zu versetzen, die Auswirkungen des Salzgehalts im Boden auf das Pflanzenwachstum zu erklären.
Dauer	40'x 8
Lernziele	Die Schüler*innen sind in der Lage, die Bedeutung des Salzgehalts im Boden für das Wachstum von Pflanzen zu erklären und durch Experimente zu demonstrieren.
Erforderlich Ressourcen&Materialien (Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)	<ul style="list-style-type: none"> • Für Experiment 1: Topf, Erde, Linsen, Wasser • Für Experiment 2: Linsensetzling, Salz, Wasser • Für Experiment 3: Linsensämlinge, gedüngt, Wasser • PowerPoint-Präsentationen
Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Um diese Aktivität durchführen zu können, müssen die Schüler*innen die für das Wachstum von Pflanzen notwendigen Bedingungen kennen und Beispiele nennen können. Diese Themen werden wiederholt und die Aktivität beginnt. • Die für Experiment 1 benötigten Materialien werden im Voraus vorbereitet und in den Klassenraum gebracht. Die Schüler*innen werden in zufällige Gruppen von 3-4 Personen eingeteilt. Mit Hilfe der Materialien werden die Schüler*innen gebeten, Linsensamen in 4 Töpfe unter den gleichen Bedingungen zu pflanzen und sie durch gleichmäßiges Gießen wachsen zu lassen. Nach etwa 5 Wochen werden die Pflanzen beobachtet und verglichen. Zu diesem Zeitpunkt sollten die Setzlinge die gleiche Höhe haben. • In der nächsten Lektion wird Wasser mit unterschiedlichem Salzgehalt für Experiment 2 vorbereitet. Die Gruppen beobachten ihre Setzlinge 7 Tage lang, indem sie sie gleichmäßig gießen. Die Pflanzen der Gruppen werden verglichen. Die Schüler*innen werden gefragt, welche Pflanze besser wächst und ob sich das Wachstum der Pflanze mit zunehmendem Salzgehalt des Bewässerungswassers verändert. • In der 3. Phase des Versuchs wird der Boden einer von zwei gleich großen Pflanzen übermäßig gedüngt und 7 Tage lang



Innovative Model of learning STEM in secondary schools



Co-funded by
the European Union

	<p>beobachtet. Die Auswirkungen der Überdüngung auf das Pflanzenwachstum werden diskutiert.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Es werden Tabellen erstellt und Diagramme gezeichnet, um das Pflanzenwachstum zu vergleichen. ● Den Schüler*innen werden Präsentationen und Videos zu diesem Thema gezeigt.
<p>Methoden zur Vermittlung von Inhalten (Vorlesung, Diskussionen, Gruppenarbeit usw.)</p>	<p>Teamarbeit Forschung Praktische Demonstration Diskussionen Erläuterung Brainstorming Problematisierung Praktisches Experiment</p>
<p>Bewertungsmethode</p>	<p>H5P-Quiz Bewertung auf der Grundlage von praktischen Leistungen und Ergebnissen Kontinuierliche Bewertung durch Beobachtung</p>
<p>Referenzen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● EKMEKÇI, E., Mehmet, A. P. A. N., & Tekin, K. A. R. A. (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. <i>Anadolu tarım bilimleri dergisi</i>, 20(3), 118-125. ● Kotuby, J., Koenig, R., & Kitchen, B. (1997). Salzgehalt und Pflanzentoleranz. Utah State University Extension. AG-SO-03., Utah. ● Petretto, G. L., Urgeghe, P. P., Massa, D., & Melito, S. (2019). Wirkung von Salzgehalt (NaCl) auf das Pflanzenwachstum, den Nährstoffgehalt und die Entwicklung von Glucosinolat-Hydrolyseprodukten bei Rucola-Genotypen. <i>Plant Physiology and Biochemistry</i>, 141, 30-39. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.05.012 ● Shahid, M. A., Sarkhosh, A., Khan, N., Balal, R. M., Ali, S., Rossi, L., ... & Garcia-Sanchez, F. (2020). Einblicke in die physiologischen und biochemischen Auswirkungen von Salzstress auf Pflanzenwachstum und -entwicklung. <i>Agronomy</i>, 10(7), 938. https://doi.org/10.3390/agronomy10070938 <p>https://www.britannica.com/dictionary/plant https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/plant https://www.merriam-webster.com/dictionary/plant https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/plant https://www.agrowtronics.com/plant-growth-stages-an-overview/ https://aehinnovativehydrogel.com/news/what-are-the-requirements-for-plant-growth/ https://swanhose.com/blogs/general-watering/how-does-water-its-amount-its-quality-affect-plant-growth https://youtu.be/7-eFcMJYIXk https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=4321&bitkilerde-tuz-stresinedir.html https://atlas-scientific.com/blog/how-does-electrical-conductivity-affect-plant-growth/</p>



Innovative Model of learning STEM in secondary schools



Co-funded by
the European Union