

Arnold, Moritz

Die MMAGI-OASE. Ein Mini-Treibhaus als handlungsorientierter Zugang zum Treibhauseffekt im Technikunterricht

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 6 (2026) 1, S. 41-48



Quellenangabe/ Reference:

Arnold, Moritz: Die MMAGI-OASE. Ein Mini-Treibhaus als handlungsorientierter Zugang zum Treibhauseffekt im Technikunterricht - In: *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 6 (2026) 1, S. 41-48* - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-360792 - DOI: 10.25656/01:36079

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-360792>

<https://doi.org/10.25656/01:36079>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://tec-edu.net/tedu>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. den Inhalt nicht für kommerzielle Zwecke verwenden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work, provided that the work or its contents are not used for commercial purposes.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

technik – education

6. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

1 | 2026



www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

[HTTPS://TEC-EDU.NET/TEDU](https://tec-edu.net/tedu)

HERAUSGEBER*INNEN

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper

Dr. Armin Ruch, OStR

Dr. Friederike Wolf

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd

Institut für Bildung, Beruf und Technik

Abteilung Technik

Oberbettringer Straße 200

73525 Schwäbisch Gmünd

www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Moritz Arnold

Lars Brandstetter

Silke Feifel

Jonas Goerke

Stefan Kopp

Martin Lang

Melanie Letzner

Roman Martens

Pia Schäfer

Leo van Waveren

Friederike Wolf

Inhalt

GRUSSWORT DER HERAUSGEBER*INNEN..... 2

UNTERRICHTSPRAXIS

J. GOERKE, M. LETZNER & M. LANG

KONZEPTION UND UMSETZUNG EINES EDUCACHES 3

UNTERRICHTSPRAXIS

F. WOLF

RÄUMLICHES DENKEN SICHTBAR MACHEN..... 10

UNTERRICHTSPRAXIS

P. SCHÄFER, S. FEIFEL & L. VAN WAVEREN

EIN PRAKTISCHES UMSETZUNGSBEISPIEL FÜR SCHÜLER*INNEN-FEEDBACK 15

UNTERRICHTSPRAXIS

S. KOPP & R. MARTENS

SMART-TERRARIUM..... 22

UNTERRICHTSPRAXIS

L. BRANDSTETTER

3D-GEDRUCKTE HILFSMITTEL..... 34

UNTERRICHTSPRAXIS

M. ARNOLD

DIE MMAGI-OASE 41

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber*innen wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweilige Vorschriftenlage anzupassen.

Titelbild: A. Ruch (Zeche Zollverein)

ISSN: 2748-2022

Grußwort der Herausgeber*innen

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

dem Philosophen Heraklit von Ephesos wird der Ausspruch „alles fließt“ nachgesagt. Seine zentrale Idee war, dass man nicht zweimal in den selben Fluss steigen kann. Er wollte damit den permanenten Wandel aller Dinge versinnbildlichen. Auch bei der tedu hat sich mal wieder einiges verändert.

Mit dieser Ausgabe der tedu verabschieden wir das langjährige Mitglied unseres Redaktionsteams Dr. Dr. Dierk Suhr in den wohlverdienten Ruhestand. Über mehrere Jahre hinweg hat er die Entwicklung unserer Zeitschrift mit außerordentlichem Engagement, fachlicher Tiefe und großer Verlässlichkeit begleitet und geprägt. Sein Weggang bedeutet für die tedu den Abschied von einer Persönlichkeit, die sowohl die inhaltliche als auch pädagogische Ausrichtung der Zeitschrift nachhaltig mitgestaltet hat.

Besonders hervorzuheben ist seine herausragende Expertise im Bereich der Schulbucharbeit. Mit seinem geschulten Blick für fachliche Präzision, didaktische Qualität und die Bedürfnisse schulischer Praxis hat er zahlreiche Beiträge bereichert und wichtige Impulse für die Unterrichtsgestaltung gegeben. Seine Erfahrungen aus der Arbeit an Schulbüchern und Unterrichtsmaterialien flossen stets gewinnbringend in die redaktionelle Arbeit ein. Dabei verstand er es in besonderer Weise, wissenschaftliche Fundierung mit praktischer Umsetzbarkeit zu verbinden – eine Fähigkeit, die in der unterrichtspraktischen Arbeit von unschätzbarem Wert ist.

Darüber hinaus war seine fachkundige Beratung für die Redaktion eine große Unterstützung. Seine Rückmeldungen waren geprägt von hoher Professionalität, konstruktiver Kritik und dem ehrlichen Anliegen, Beiträge weiterzuentwickeln und zu verbessern. Viele Diskussionen in der Redaktion profitierten von seiner sachlichen, ruhigen und zugleich inspirierenden Art.

Neben seiner fachlichen Kompetenz werden wir insbesondere auch seine menschliche Art in Erinnerung behalten: seine Verlässlichkeit, seine Offenheit und seinen kollegialen Umgang. Er hat die Arbeit an der tedu nicht nur durch Wissen bereichert, sondern auch durch Haltung und Persönlichkeit.

Für seinen langjährigen Einsatz, seine wertvolle Mitarbeit und seine Verbundenheit mit der tedu danken wir ihm von Herzen. Wir wünschen ihm für den neuen Lebensabschnitt Gesundheit, Freude und viele erfüllende Momente. Im Namen der Redaktion sagen wir: Danke lieber Dierk für die gemeinsame Zeit und die vielen Spuren, die bleiben werden.

In diesem Jahr ist die erste Ausgabe später als gewohnt erschienen. Das war durch den Umzug von Mitherausgeber Dr. Armin Ruch bedingt, der maßgeblich am Setzen der Artikel beteiligt ist. In den Zeitraum der Herausgabe fiel auch sein Rückkehr aus dem Auslandsschuldienst in der Türkei nach Deutschland. Nach sechs Jahren an einer der ältesten, größten und renommiertesten deutschen Auslandsschulen, dem Istanbul Erkek Lisesi, wird Armin Ruch ab September als stellvertretender Schulleiter des neu gegründeten MINT-Exzellenzgymsiums Baden-Württemberg in Bad Saulgau seinen Dienst antreten. Die neu gegründete öffentliche Internatsschule in Trägerschaft des Landes Baden-Württemberg soll besonders talentierten MINT-Schüler*innen in den letzten drei Schuljahren des Gymnasiums optimale Lernbedingungen bieten.

Es freut uns als Herausgeber ungemein, dass diese Ausgabe Beiträge von Wissenschaftler*innen von fünf unterschiedlichen Hochschulen enthält. Neben der PH Schwäbisch Gmünd sind die PH Ludwigsburg, die Universität Duisburg-Essen, die Hochschule Aalen und die Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau vertreten.

Wir erwarten gespannt, was für Veränderungen die Zukunft mit sich bringen wird und wünschen Ihnen einen schönen Sommer.

Hannes Helmut Nepper



Armin Ruch



Friederike Wolf



Die MMAGI-OASE

Ein Mini-Treibhaus als handlungsorientierter Zugang zum Treibhauseffekt im Technikunterricht

Moritz Arnold

SCHLAGWORTE

Treibhauseffekt
Bildung für nachhaltige
Entwicklung (BNE)
Steuern und Regeln
Arduino

ABSTRACT

Der vorliegende Beitrag stellt mit der „MMAGI-OASE“ ein handlungsorientiertes Unterrichtsprojekt zur Vermittlung des Treibhauseffekts im Technikunterricht der Sekundarstufe I vor. Lernende konstruieren und fertigen ein Miniatur-Treibhaus, mit dem Temperaturverläufe in Abhängigkeit von der CO₂-Konzentration experimentell untersucht werden können. Neben der Förderung technischer Fertigkeiten werden naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse sowie Kompetenzen im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung adressiert. Der Beitrag beschreibt sowohl die technische Umsetzung als auch die didaktische Einbettung und curriculare Verankerung des Projekts.

EINLEITUNG

Der anthropogene, sprich vom Menschen verursachte (Umwelt Bundesamt, 2025), Klimawandel stellt eine der zentralen Herausforderungen der Gegenwart dar. Insbesondere die Emission von Kohlenstoffdioxid (CO₂) trägt maßgeblich zur Verstärkung des natürlichen Treibhauseffekts bei (u.a. Wadhams, 2020, S.103ff.). Für den schulischen Kontext ergibt sich daraus die Notwendigkeit, entsprechende naturwissenschaftliche Grundlagen verständlich und erfahrbar zu vermitteln. Allerdings zeigt sich, dass die Vermittlung des Treibhauseffekts häufig abstrakt bleibt, da die zugrunde liegenden Prozesse für Lernende nicht direkt beobachtbar sind. Ein experimenteller Zugang kann hier Abhilfe schaffen, indem er theoretische Inhalte mit konkreten Handlungserfahrungen verknüpft. Das Projekt „MMAGI-OASE“ greift diesen Ansatz auf, indem es Lernenden ermöglicht, ein technisches Modell zu konstruieren und den Einfluss von CO₂ auf Temperaturverläufe eigenständig zu untersuchen. Dadurch werden technische, naturwissenschaftliche sowie reflexive Kompetenzen gleichermaßen gefördert.

Theoretischer und didaktischer Hintergrund

Der Treibhauseffekt im Unterricht

Der anthropogene Klimawandel ist als eine der zentralen globalen Herausforderungen der Gegenwart einzuordnen. Eine zentrale Ursache hierfür ist die Industrialisierung, durch die immer mehr Emissionen in die Atmosphäre gelangen, insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO₂). Dieses Gas trägt wesentlich dazu bei, dass die reflektierte Wärmestrahlung der Erdoberfläche innerhalb der Erdatmosphäre zurückgehalten wird und sich die globale Durchschnittstemperatur erhöht. Der zugrunde liegende physikalische Mechanismus wird als Treibhauseffekt bezeichnet und bildet die Grundlage für das Verständnis klimatisch bedingter Veränderungen, wie beispielsweise das Schmelzen der Polkappen und den damit verbundenen Anstieg des weltweiten Meeresspiegels (Wad-

hams, 2020, S. 103ff.).

Für den Technikunterricht ergibt sich die didaktische Herausforderung, die abstrakten und nur eingeschränkt anschaulichen Prozesse des Treibhauseffekts im Kontext eines problem- und handlungsorientierten Unterrichts lernwirksam zu erschließen. Technisches Lernen ist konzeptionell eng mit handlungsorientierten Ansätzen verknüpft, wobei der Erwerb technischer Kompetenzen insbesondere über eigenständige Planungs-, Konstruktions- und Fertigungsprozesse im Umgang mit technischen Artefakten erfolgt (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2016, S.14ff.).

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Die Auseinandersetzung mit dem Klimawandel stellt ein zentrales Handlungsfeld der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) dar. Ziel entsprechender Bildungsprozesse ist es, Lernende dazu zu befähigen, komplexe ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Zusammenhänge zu verstehen, kritisch zu reflektieren und daraus verantwortungsbewusste Handlungsoptionen abzuleiten (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2016, S. 3). In diesem Zusammenhang kommt der Vermittlung grundlegender naturwissenschaftlicher und technischer Prinzipien eine besondere Bedeutung zu, da diese als Voraussetzung für ein vertieftes Verständnis klimarelevanter Prozesse gelten.

Das vorgestellte Unterrichtsprojekt greift diese Zielsetzung auf, indem es technische Bildung mit Aspekten der BNE verknüpft. Durch die Konstruktion und Nutzung eines Miniatur-Treibhauses wird der Einfluss von CO₂-Emissionen auf Temperaturverläufe in einem modellhaften System experimentell erfahrbar gemacht. Auf diese Weise wird nicht nur ein kognitives Verständnis des Treibhauseffekts gefördert, sondern zugleich eine Grundlage für die Reflexion individueller und gesellschaftlicher Handlungsmöglichkeiten im Kontext nachhaltiger Entwicklung geschaffen.

Curriculare Verankerung

Curricular ist das Projekt vielseitig im Bildungsplan Baden-Württemberg der Sekundarstufe 1 auf dem M- (mittleres) und teilweise auf dem E-(erweitertes) Niveau in den Klassenstufen neun und zehn zu verorten. Dabei ist unter anderem der inhaltsbezogene Kompetenzbereich der Werkstoffe und Produkte zu erwähnen, im Rahmen dessen unter anderen technischen Zeichnungen und andere Medien als Planungsmittel genutzt werden (ebd., S.14). Zudem werden unterschiedliche Fertigungstechniken im Umgang mit den Werkstoffen Holz und Kunststoff angewendet, wobei sowohl die materialbezogenen Eigenschaften als auch die sicherheitsrelevanten Aspekte der jeweiligen Bearbeitungsverfahren berücksichtigt werden müssen (ebd., S.15f). Neben der Auswahl und sicheren Nutzung der benötigten Werkzeuge, wenden die Lernenden ihre Kompetenz im sicheren Umgang mit der Tischbohrmaschine an (ebd., S.16). Des Weiteren realisieren und beurteilen die Lernenden einen technischen Gegenstand anhand ihrer Planungsunterlagen (ebd., S.17). Ein weiterer zentraler inhaltsbezogener Kompetenzbereich ist der der Systeme und Prozesse. Dabei setzen sich die Lernenden mit elektrischen Bauteilen und Schaltungen auseinander, realisieren diese, führen Strategien der Fehlersuche durch und leiten Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung ein (ebd., S.20f). Zudem erfassen die Lernenden physikalische Größen mit Sensoren und werten diese aus (ebd., S.22).

Einbettung in den Technikunterricht

Als Einstieg in die Unterrichtseinheit bieten sich aktuelle Fragestellungen wie die Reduktion von CO₂-Emissionen, die globale Erwärmung und deren Folgen sowie alternative

Mobilitätskonzepte an. Aufbauend darauf kann das Projekt „MMAGI-OASE“ als modellhafte Möglichkeit zur experimentellen Untersuchung des Treibhauseffekts eingeführt werden, wodurch eine naturwissenschaftlich fundierte Grundlage für die Bearbeitung der genannten Problemstellungen geschaffen wird. Durch das experimentelle Arbeiten am Miniatur-Treibhaus erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, technische Systeme handlungsorientiert zu erschließen. Sie konstruieren das Modell eigenständig, führen Messreihen durch und werten die erhobenen Daten systematisch aus. Dabei werden zentrale Kompetenzen des Technikunterrichts gefördert, etwa das präzise Fertigen nach Vorgaben sowie das Analysieren und Bewerten technischer Modellstrukturen. Die Reflexion der Messergebnisse sowie das Verständnis der Auswirkungen von CO₂-Emissionen eröffnen zudem eine Grundlage für die Diskussion nachhaltiger Technologien und individuellen Umweltverhaltens.

Darüber hinaus ermöglicht das Projekt explizit fächerübergreifendes Lernen. Inhalte aus der Geografie (Treibhauseffekt, Wetterphänomene), Physik (Treibhauseffekt, Wärmestrahlung), der Informatik (Datenauswertung), der Technik (Materialbearbeitung und Konstruktion) sowie bereits dargelegt der Bildung für nachhaltige Entwicklung werden hierbei miteinander verknüpft (ebd., 2016, S. 3).



Abbildung 1: Miniatur-Treibhaus MMAGI-OASE

DAS PROJEKT „MMAGI-OASE“

Zielsetzung und Aufbau

Die „MMAGI-OASE“ ist ein Miniatur-Treibhaus (Abbildung 1), das zur experimentellen Untersuchung des Treibhauseffekts dient. Lernende erfassen Temperatur-, Feuchtigkeits- und CO₂-Werte und werten diese aus. Ziel ist es, einen Zusammenhang zwischen CO₂-Konzentration und Temperaturentwicklung sichtbar zu machen.

Material- und Stückliste

Die folgende Material- und Stückliste ist für ein Miniatur-Treibhaus ausgelegt. Möchte man den Treibhauseffekt in Echtzeit vergleichen, wird bis auf die CO₂-Flasche das Zweifache an Material benötigt.

Anzahl	Material	Maße
1	Leimholzplatte (Boden)	400x300x10
1	Leimholzplatte (Rückwand)	400x200x10
1	Leimholzplatte (linke Wand)	310x200x10
1	Leimholzplatte (Trennwand)	300x190x10
1	Plexiglas bzw. Acrylglas (Vorderseite)	410x200x3
1	Plexiglas bzw. Acrylglas (rechte Wand)	313x200x3
1	Glasplatte (Deckel)	500x400x4
16	Nägeln	2x30
1	Dichtungsband	1,5m
1	Arduino UNO	
1	Steckbrett	
9	Jumperkabel (3 rot, schwarz; 1 blau, orange, grün)	
1	Temperatur- & Feuchtigkeitssensor (DHT11)	
1	CO ₂ -Sensor (CCS81)	
1	Pflanzenerde	5l
1	Moos	
1	Pflanze (wahlweise goldene Efeu tute)	
1	UV-Lampe	
1	CO ₂ Flasche	
1	Laptop	
1	Stativplatte	
2	Stativstab	
3	Kreuzmuffe	
1	Stativklemme	

Tabelle 2: Material- und Stückliste

Folgende Werkzeuge werden zur Fertigung eingesetzt.

Anzahl	Werkzeug
1	Bleistift
1	Stahllineal
1	Anschlagwinkel
1	Japansäge
1	schmale Flach- oder Rundfeile
2	Schraubzwingen
1	Holzhammer
1	Heißklebepistole

Tabelle 1: Material- und Stückliste

Prozessschritte der Fertigung

Die Fertigung erfolgt in mehreren strukturierten Arbeitsschritten.

Herstellung des Gehäuses

Ausgehend von den technischen Zeichnungen (Abbildungen 2 und 3) wurde zur Visualisierung ein 3D-Modell (Abbildung 4) konzipiert. Die Glasplatte für den Deckel sollte, wenn möglich, schon in der richtigen Größe bestellt werden.

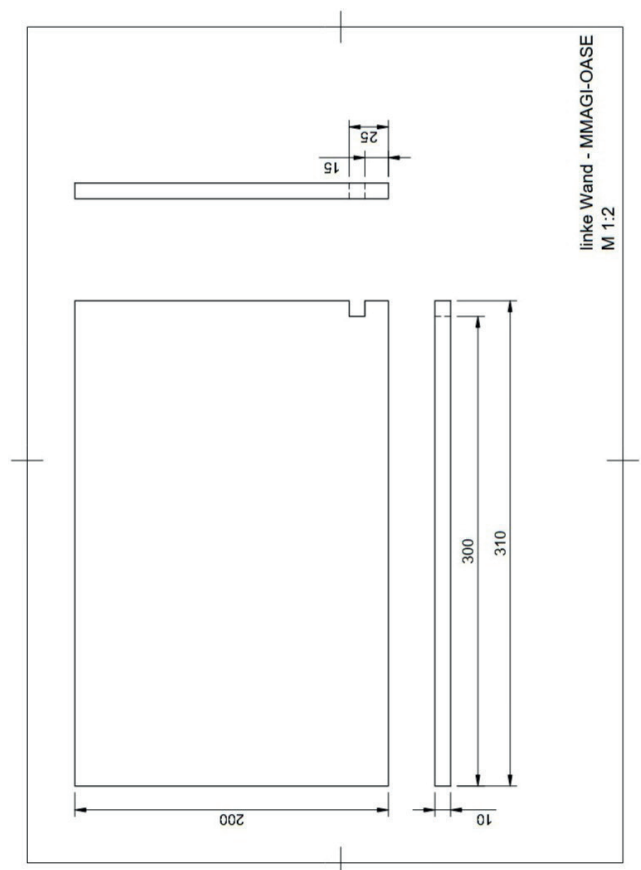


Abbildung 2: Technische Zeichnung der linken Wand

Nr.	Arbeitsschritt
1	Maße der Holzwände und Bodenplatte auf 10mm Leimholzplatten aufzeichnen.
2	Leimholzplatten mit der Japansäge ablängen.
3	Maße der Kunststoffwände auf 3mm Plexiglas anzeichnen.
4	Plexiglaswände mit der Japansäge ablängen.
5	Bei 60mm von rechts eine 10x10mm Einkerbung auf die Trennwand anzeichnen.
6	Einkerbung in die Trennwand mit einer Japansäge anfertigen. Überreste mit einer schmalen Flach- oder Rundfeile entfernen.
7	Eine 10x10mm Einkerbung auf die linke Wand in 15mm Höhe am rechten Rand anzeichnen.
8	Einkerbung der linken Wand mit einer Japansäge anfertigen. Überreste mit einer schmalen Flach- oder Rundfeile entfernen.
9	Entgraten und Schleifen aller Kanten, Ecken und rauer Oberflächen.
10	Platzierung der Trennwand auf der Bodenplatte und Rückwand, beidseitig markieren.
11	Trennwand mit zwei Schraubzwingen bündig zum eingebauten Schraubstock der Werkbank einspannen.
12	Bodenplatte in den Schraubstock einspannen, sodass die Markierung mit der Trennwand übereinstimmt.
13	Trennwand mit der langen Seite an die Bodenplatte festnageln.
14	Es werden drei Nägel verwendet.
15	Zwei Nägel mit ca. 10mm Abstand von Rechts- und Linksaußen setzen und einen mittig.
16	Bodenplatten und Trennwand mit zwei Schraubzwingen auf der Werkbank befestigen.
17	Rückwand bündig an die Bodenplatte mit 4 Nägeln befestigen.
18	Zwei Nägel wieder ca. 10mm Randabstand
19	Zwei Nägel ca. 150mm Abstand vom rechten und linken Rand.
20	Trennwand vertikal passend zur Markierung auf der Rückwand ausrichten.
21	Trenn- und Rückwand mit 2 Nägeln verbinden.
22	Der untere Nagel mit ca. 40mm Abstand vom Boden, um ein Überkreuzen des Nagels von Trennwand und Boden zu umgehen.
23	Der obere Nagel wieder ca. 10mm vom Rand und der mittlere ca. 100mm vom oberen Rand.
24	Linke Wand bündig an die Bodenplatte und Rückwand anlegen und mit 6 Nägeln befestigen.

Tabelle 3: Arbeitsschritte für das Gehäuse

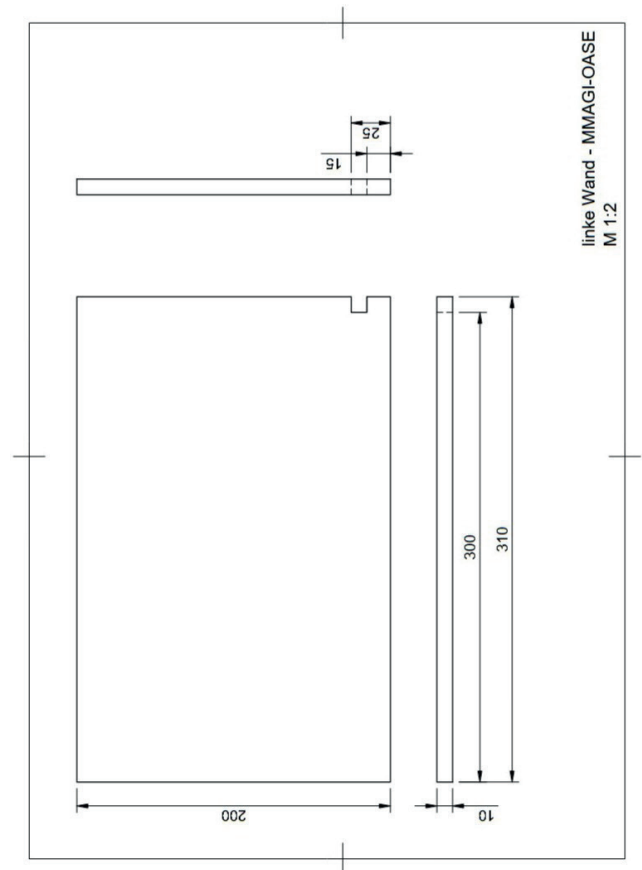


Abbildung 3: Technische Zeichnung der Trennwand



Abbildung 4: 3D-Modell des Gehäuses

Integration der Elektronik

Der Schaltplan ist Abbildung 5 zu entnehmen. Für den DHT11-Sensor muss je nach Modell ein Pullup-Widerstand (10kΩ) auf dem Steckbrett zwischen VCC und DATA eingebaut werden. Bei dem vorliegenden Beispiel ist dieser schon im Bauteil eingebaut. Zu beachten ist, dass die Kabel zu den Sensoren vor dem Anschließen durch die Einkerbung in der Trennwand geschoben werden müssen.

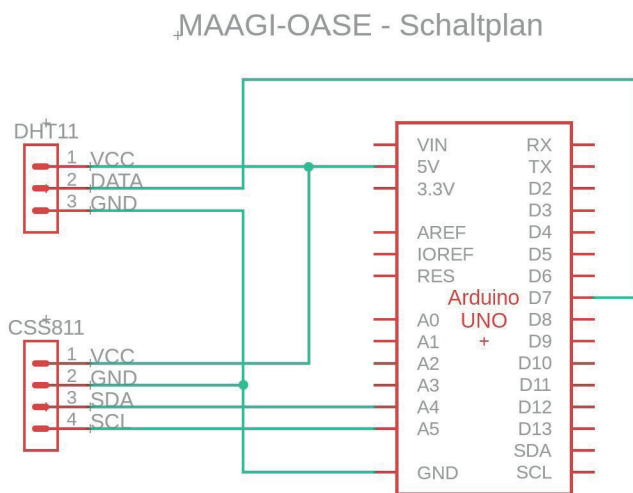


Abbildung 5: Schaltplan

Nr.	Arbeitsschritt
1	5V-Kabel (rot) und GND-Kabel (schwarz) vom Arduino Uno auf das Steckbrett legen.
2	DHT11-Sensor anschließen (VCC – DATA – GND). - VCC-Anschluss mit 5V auf dem Steckbrett verbinden (rotes Kabel). - DATA-Anschluss mit Digital-Pin 7 auf dem Arduino verbinden (blaues Kabel). - GND-Anschluss mit GND auf dem Steckbrett verbinden (schwarzes Kabel)
3	CCS811-Sensor anschließen (VIN/VCC – GND – SDA – SCL). - VIN/VCC-Anschluss mit 5V auf dem Steckbrett verbinden (rotes Kabel). - GND-Anschluss mit GND auf dem Steckbrett verbinden (schwarzes Kabel). - SDA-Anschluss mit Analog-Pin 4 auf dem Arduino verbinden (oranges Kabel). - SCL-Anschluss mit Analog-Pin 5 auf dem Arduino verbinden (grünes Kabel).
4	Arduino Uno mit dem Laptop verbinden.

Tabelle 4: Arbeitsschritte für die Elektronik

Programmierung

Für die Programmierung werden das Arduino IDE und das Python Programm benötigt. Außerdem muss der Zugriff auf das lokale CMD des PCs möglich sein. Der Arduino-Code sieht wie auf der folgenden Seite aus (Abbildung 7).

Nr.	Arbeitsschritt
1	Arduino IDE öffnen und mit dem richtigen Port verbinden.
2	Bibliotheken „Adafruit CSS811“, „Adafruit Unified Sensor“ und „DHT sensor library“ installieren.
3	Code hineinkopieren und seriellen Monitor mit Baudrate 9600 öffnen.
4	Python installieren und Programm-Datei „Arduino.py“ auf Desktop ablegen.
5	CMD öffnen und „pip install pyserial Arduino.py“ ausführen.

Tabelle 5: Arbeitsschritte für die Programmierung

Versuchsaufbau

Einbringen von Pflanzenmaterial sowie Installation der UV-Lampe zur Simulation von Strahlung. Für eine visuelle Darstellung des Versuchsaufbaus ist unter dem folgenden QR-Code und Link (Abbildung 6) ein Image-Video verlinkt.



Hier klicken oder QR-Code scannen

Abbildung 6: Link zum Imagevideo

Nr.	Arbeitsschritt
1	Alle Sensoren werden vor Verschmutzung abgedeckt.
2	Verteilen der Pflanzenerde am Boden des Gehäuses.
3	Ausbreiten des Mooses.
4	Einsetzen der Pflanzen.
5	Sensoren von Abdeckung und Schmutz befreien.
6	Befestigen der Stativplatte am Tisch hinter dem Miniatur-Treibhaus.
7	Aufbau des Statives mithilfe der Stativstäbe und der Kreuzmuffe.
8	Befestigen der UV-Lampe am Stativ mithilfe zweier Kreuzmuffen. - Der Abstand zwischen Modell und Lampe sollte nicht mehr als 20cm betragen. - Je nach Stärke der UV-Lampe kann der Abstand variieren.
9	Anschließen der UV-Lampe an Strom.
10	Ausrichten des Modells unterhalb der UV-Lampe, sodass diese in die Mitte der moosbedeckten Kammer strahlt.

Tabelle 6: Arbeitsschritte für den Versuchsaufbau

```
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#define DHTPINL2 7 //Anschluss-PIN
#define DHTTYPE DHT11 //DHT-Typ. Es gibt noch einen genaueren (aber teureren) DHT22
#include "Adafruit_CCS811.h"
Adafruit_CCS811 ccs;
DHT _dht_L2(DHTPINL2, DHTTYPE);
float temp1=0; //Definition Variable Temperatur
float hum1=0; //Definition Variable Luftfeuchtigkeit
float co2=0; //Definition Variable Co2

void setup()
{
    Serial.begin(9600); /*Starten der seriellen Verbindung, um Werte aus dem seriellen Monitor anzeigen zu
                        lassen */
    _dht_L2.begin(); //Starten die Kommunikation mit dem Sensor

    //Ausgeben einer Startzeile
    if(!ccs.begin()){
        Serial.println("Failed to start sensor! Please check your wiring.");
        while(1);
    }

    Serial.print("Temperatur1");
    Serial.print(",");
    Serial.print("Luftfeuchtigkeit1");
    Serial.print(",");
    Serial.println("CO2-Gehalt in ppm");
}

void loop()
{
    if(ccs.available()){
        if(!ccs.readData()){
            co2=ccs.getCO2();
        }
        else{
            Serial.println("ERROR!");
            while(1);
        }
    }
    temp1=_dht_L2.readTemperature(); /*Lesen der Temperatur und speichern unter Variable temp*/
    hum1=_dht_L2.readHumidity(); /*Lesen der Luftfeuchtigkeit und speichern unter Variable hum */

    //Ausgabe der Daten
    Serial.print(temp1);
    Serial.print(",");
    Serial.print(hum1);
    Serial.print(",");
    Serial.println(co2);
    delay(2000); /*DHT-Sensoren sind recht langsam. Deshalb ist eine längere Pause Pflicht. */
}
```

Abbildung 7: Programmiercode

Inbetriebnahme

Bevor der Messvorgang gestartet werden kann, müssen zuerst alle Kabel überprüft werden, ob diese richtig angesteckt sind und sie keinen Kurzschluss erzeugen. Darüber hinaus sollte darauf geachtet werden, dass das Miniatur-Treibhaus nicht unter direkter Sonneneinstrahlung und neben einer Heizung steht, da dies sonst zu Verfälschungen während des Messvorgangs führen kann.

Nr.	Arbeitsschritt
1	CO ₂ in das Modell einlassen. Da es sich um ein schwereres Gas als Luft handelt, kann der Deckel erst nach dem Befüllen geschlossen werden und macht einen extra abgedichteten Einlass überflüssig.
2	UV-Lampe einschalten
3	Arduino-Code starten. Bei zweifacher Ausführung des Experiments beide Modelle gleichzeitig starten, um möglichst identische Umgebungsbedingungen abzubilden.
4	Wurden genug Daten gesammelt, kann die Aufzeichnung gestoppt werden. - Je länger der Versuch läuft, desto größer wird der Unterschied, der gesammelten Daten. - Ca. 10-15min sollten für erste Ergebnisse sorgen.
5	Excel öffnen und Daten aus der Textdatei einfügen.
6	Falls keine doppelte Ausführung, wieder von vorne starten, um weitere Daten mit einer anderen CO ₂ -Konzentration zu sammeln.
7	Diagramm erstellen und unterschiedliche Versuchsverläufe visualisieren. Ein mögliches Diagramm könnte, wie in der Abbildung 8 aussehen.

Tabelle 7: Arbeitsschritte für die Inbetriebnahme

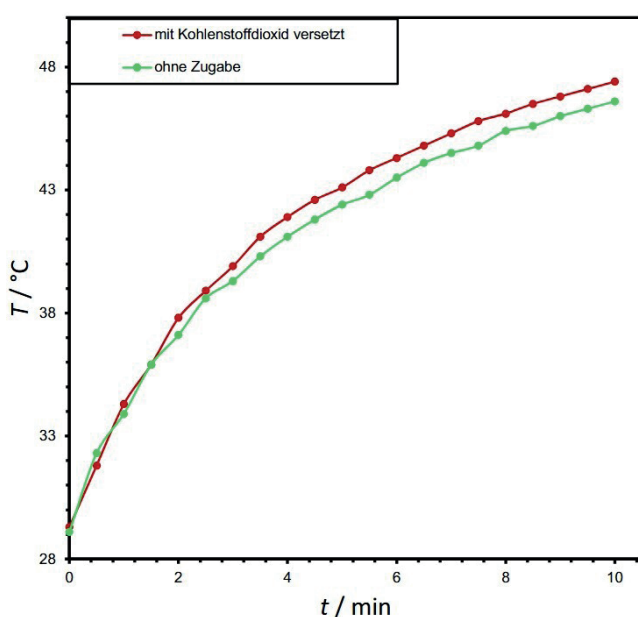


Abbildung 8: Mögliches Diagramm eines Testlaufes (eigene Darstellung)

Fehlersuche

Mögliche Fehlerquellen könnten sein:

- Fehlerquellen
- Direkte Sonneneinstrahlung
- Abstand zu einer Heizung zu gering
- Abdichtung mangelhaft
- Zu geringe CO₂-Menge
- UV-Lampe zu weit vom Miniatur-Treibhaus entfernt
- Defekte Sensoren
- Fehler im Arduino-Code
- Falsche Verkabelung der Anschlüsse

FAZIT

Die „MMAGI-OASE“ stellt ein geeignetes Unterrichtsprojekt dar, um den Treibhauseffekt im Sinne eines handlungsorientierten und problembezogenen Lernarrangements zu erschließen. Durch die integrative Verknüpfung von konstruktiven Tätigkeiten, experimenteller Untersuchung sowie anschließender Reflexion wird ein Lernprozess ermöglicht, der sowohl die Aneignung fachlicher Inhalte als auch die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen systematisch unterstützt. Die Lernenden setzen sich dabei aktiv mit einem technischen Modell auseinander, planen und realisieren dessen Aufbau, führen experimentelle Messungen durch und interpretieren die erhobenen Daten im Hinblick auf den zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen Sachverhalt.

In diesem Zusammenhang fördert das Projekt insbesondere Kompetenzen im Bereich der technischen Problemlösung, der systematischen Datenerhebung und -auswertung sowie der Bewertung technischer Systeme im Kontext ökologischer Fragestellungen. Darüber hinaus werden Kommunikations- und Reflexionsfähigkeiten gestärkt, indem die Ergebnisse im Plenum diskutiert und in Beziehung zu realweltlichen Klimaproblematiken gesetzt werden.

Insgesamt leistet das Projekt „MMAGI-OASE“ damit einen Beitrag zu einem zeitgemäßen Technikunterricht, der technisches Lernen nicht isoliert betrachtet, sondern in gesellschaftlich relevante und zukunftsorientierte Fragestellungen einbettet. Dadurch wird eine Verbindung zwischen technischer Bildung, naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und Bildung für nachhaltige Entwicklung hergestellt, die den Anforderungen eines modernen, kompetenzorientierten Unterrichts entspricht.

Literaturverzeichnis

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. (2016). Gemeinsamer Bildungsplan der Sekundarstufe I. Wahlpflichtfach Technik. Zugriff am 12.04.2026. Verfügbar unter: https://www.bildungsplaene-bw.de/,Lde/BP2016BW_ALLG_SEK1_T

Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (2025). Grundlagen des Klimawandels. Zugriff am 12.04.2026. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/grundlagen-des-klimawandels>.

Wadhams, P. (2020). Abschied vom Eis: Ein Weckruf aus der Arktis. Berlin, Heidelberg: Springer.

AUTORENINFORMATION

Moritz Arnold

studiert an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd Lehramt für die Sekundarstufe 1 (B.A.) mit den Fächern Technik und Katholische Theologie. Die Idee zur Veranschaulichung des Treibhauseffekts mithilfe einer Miniaturanfertigung entstand während der Summer School 2024 gemeinsam mit Lehramtsstudierenden der Universität Ulm.



tedu

1|2026