



# Abschlussbericht

## Smart Energy – Smart Schools (SENSOR) – Energiewende, Alltagspraktiken und Digitalisierung in sächsischen Schulen

Aktenzeichen der Umweltstiftung 35367/01

**Verfasser:**

Thomas Arendt

(Technische Universität Dresden)

# Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>Kurzfassung des Berichtes .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Teilergebnisse im Hinblick auf die Ziele des Projektes.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Personal.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Projektschulen.....</b>	<b>7</b>
<b>5 Abschließender Stand in den Arbeitspaketen.....</b>	<b>10</b>
5.1 Arbeitspaket 1a – Modulentwicklung.....	10
5.2 Arbeitspaket 1b – Projektwochen/-tage an Partnerschulen durchführen.....	10
5.3 Arbeitspaket 2 – Umwelt-AG .....	12
5.4 Arbeitspaket 3 – Öffentlichkeitsarbeit .....	14
5.5 Arbeitspaket 4 – Evaluation.....	15
<b>6 Übersicht Meilensteine Soll/Ist-Vergleich .....</b>	<b>21</b>
<b>7 Ausblick auf Fortführung des Projektes.....</b>	<b>23</b>
<b>Literaturangaben.....</b>	<b>23</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Antworten zur Frage nach der Wichtigkeit des Einsatzes anderer (N=193).....	17
Abbildung 2 Antworten zur Frage nach dem persönlichen Einsatz im Lebensbereich Energieverbrauch (N=193) .....	18
Abbildung 3 Antworten zur Frage nach der Bereitschaft, Maßnahmen gegen Klimawandel zu ergreifen (N=193) .....	19
Abbildung 4 Antworten zur Frage nach der Bereitschaft, eine Umwelt-AG mitzugründen (N=193) .....	19

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Personal des Projektes SENSOR im Überblick.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tab. 2: Assoziiertes Personal des Projektes SENSOR im Überblick.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tab. 2: Übersicht über die Projektschulen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tab. 4: Übersicht der Items im Fragebogen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tab. 3: Meilensteine und deren Bearbeitungsstand .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Deutschen Gesellschaft für Geographie	DGfG
Ganztagsangebot	GTA
Open Educational Resources	OER
Wissenschaftliche Hilfskraft	WHK
Studentische Hilfskraft	SHK
Wissenschaftliche Mitarbeiter:in	WMA
Schulleitung	SL
Fachlehrperson	FL
Lehrerinnen und Lehrer	LuL
Schülerinnen und Schüler	SuS



## Kurzfassung des Berichtes

Im Projektzeitraum 07/2023 bis 10/2023 wurde verstärkt daran gearbeitet, das Projekt SENSO<sup>r</sup> zum erfolgreichen Abschluss zu bringen.

Es wurden Anstrengungen unternommen, Projektinhalte an Schulen zu festigen, geplante Photovoltaikanlagen aus den Unterrichtseinheiten zu realisieren oder entsprechende Projekte mindestens anzuregen. Ebenfalls konnten die Bildungsbausteine auf mehreren Plattformen verlinkt oder veröffentlicht werden, um auch nach Projektende ein breiteres Publikum anzusprechen.

Die formelle Abschlussveranstaltung des Projektes fand am 06.09.2023 im Rahmen eines Lehrkräftestammtisches in den Räumlichkeiten der Technischen Universität Dresden statt. Prof. Dr. Nicole Raschke und Thomas Arendt stellten den Projektverlauf vor und sprachen im Anschluss mit Vertreterinnen und Vertretern anwesender Kooperationsschulen über die Ergebnisse. Anschließend wurden Perspektiven zur Verstetigung der Inhalte eruiert. Zwei bisher unbeteiligte Schulen bekundeten dabei ihr Interesse an diesem Projekt, auch wenn es sich in der Schlussphase befindet. Diese wurden von Thomas Arendt besucht und mit Unterrichtsmaterialien des Projektes SENSO<sup>r</sup> ausgestattet. Ebenfalls wurde das neu erstellte „Planspiel Solar“ durchgeführt und im Anschluss den Schulen und Schulträgerschaften mit PVSol erstellte Ertragsprognosen übermittelt.

Im Berichtszeitraum (01.08. bis 15.10.2023) hat im Rahmen des Projektes SENSO<sup>r</sup> eine Veranstaltung an der folgenden Bildungseinrichtungen stattgefunden:

- (24 SuS, 9. Klasse) Oberland-Gymnasium Seifhennersdorf

Im gesamten Projektzeitraum waren es mehr als 35 Projektveranstaltungen. Dabei umfasst die Zahl der direkt am Projekt beteiligten Schülerinnen und Schüler 226. Die Zahl der direkt mit dem Projekt kooperierenden Lehrpersonen beträgt 22. Die Zahl der Personen, die im Rahmen von Informationsveranstaltungen erreicht werden konnten, liegt bei mehr als 1000. Zusätzlich engagierten sich 24 Studierende der TU-Dresden im Rahmen des Projektseminars (Lehramt Geographie). Die Instrumente zur Evaluation wurden ausgearbeitet und jeweils nach den Projektveranstaltungen angewendet. Im Berichtszeitraum konnten zu den 168 bereits existierenden Feedbackbögen weitere 24 hinzugefügt werden. Das Projektkonzept von SENSO<sup>r</sup> erhält von einem Großteil der Schülerinnen und Schüler eine sehr positive Rückmeldung. Auch bei den Lehrkräften und

Schulleitungen zeigt sich großes Interesse. Uns wurde aber auch großes Bedauern über das bevorstehende Projektende ausgesprochen.

## 1 Einleitung

Der vorliegende Bericht stellt die durchgeführten Aktivitäten im Projekt „Smart Energy Smart Schools (SENSOr)“ der TU Dresden dar. Er zeigt ausführlich aktuelle Herausforderungen und die abschließenden Auswertungen auf.

Die inhaltlichen Schwerpunkte im Berichtszeitraum waren die Sicherung der Projektinhalte und -ergebnisse sowie der erfolgreiche Abschluss des Projektes. Des Weiteren wurde die Zusammenarbeit mit Akteur:innen an den Projektschulen weitergeführt, indem Projekttag oder -wochen durchgeführt worden sind. Ebenfalls ist ein abschließender Fachbeitrag (Paper) verfasst worden. Dessen Veröffentlichung ist für den Zeitraum Oktober 2023 geplant gewesen, kann jedoch aus personellen Gründen erst im Frühjahr 2024 erfolgen.

Der Bericht stellt ausgehend von der Diskussion der erreichten und ausstehenden Ziele (Kap. 2), der Personalsituation (Kap. 3) und den kooperierenden Schulen (Kap. 4) des Projektes die Tätigkeitsschwerpunkte und den aktuellen Stand im Berichtszeitraum, angelehnt an die einzelnen Arbeitspakete (Kap. 5), ausführlich vor und geht in einer Soll/Ist-Gegenüberstellung (Kap. 6) auf den Umfang und die Qualität der bislang erreichten Ergebnisse ein.

## 2 Teilergebnisse im Hinblick auf die Ziele des Projektes

Leitziel ist es, Lernende, Eltern und Lehrpersonen für Energiethemen zu sensibilisieren, alltagsbezogene Handlungsmöglichkeiten der Energiewende zu entwickeln, energierelevante Berufe kennenzulernen und ausgewählte Maßnahmen im Schulgebäude umzusetzen. „SENSOr“, ein Projekt der Geographiedidaktik, Energiegeographie und Geoinformatik, führt die Potenziale der Digitalisierung auf der einen Seite, sowie eine handlungsorientierte und ganzheitliche Bildung für nachhaltige Entwicklung auf der anderen Seite am Beispiel der Energienutzung öffentlicher Gebäude an acht ausgewählten Schulen in Sachsen zusammen. Ausgehend von den, in den Zwischenberichten dargestellten, kurzfristigen Ziele stellen wir die erreichten Ergebnisse im Projekt dar. Eine detaillierte Darstellung findet sich im Kapitel 5 (Arbeitspakete).

Zu Projektbeginn wurden mehrere Projektziele definiert, die aufgrund geänderter Umstände angepasst werden mussten. Die Anpassung bedurfte einer schriftlichen Genehmigung des Drittmittelgebers Deutsche Bundesstiftung Umwelt.

Die erste Anpassung erfolgte relativ rasch als klar wurde, dass der angestrebte Projektablauf mit häufigen Schulbesuchen und ständiger Begleitung von AGs zur Umweltbildung durch die geltenden Bestimmungen des Freistaates Sachsen nicht eingehalten werden konnte. Aufgrund der Pandemiesituation verhängte der Freistaat einen Totallockdown beginnend mit dem 18. März 2020. Zwar war die Arbeit der Bildungseinrichtungen vorerst von diesen Bestimmungen verschont und einige der Bestimmungen wurden im Laufe Jahres 2020 wieder gelockert, nur erfolgte ab dem 11. Januar 2021 ein weiterer Lockdown mit Aufhebung der Schulpflicht in Präsenz. Es wurden ab 18. Januar 2021 zwar Ausnahmen für Abschlussklassen eingeräumt, diese umfassten jedoch nicht die gesamte Schülerschaft. Nach den vorgezogenen Winterferien wurde ab 15. Februar 2021 angestrebt, Kindertagesstätten und Schulen stufenweise wiederzueröffnen, wenn es die Inzidenzzahlen zuließen. Es folgte ein stetiges Wechselspiel zwischen Regelbetrieb, Teilschließungen, Quarantäneverordnungen und Kontakteinschränkungen an den Schulen. Da aus Sicht der schulischen Einrichtung alle Personen ohne direkten Lehrauftrag an ihrer Einrichtung als extern angesehen wurden, wurde auch dem Team des Projektes SENSOR keinerlei Zugang zu den Projektschulen ermöglicht. In dieser Situation, war aus Sicht des Projektes keine Planungssicherheit mehr gegeben.

Eine Neuausrichtung sah demnach vor, die angebotenen Bildungsinhalte zu modularisieren und so zu gestalten, dass Lehrkräfte die Projektwochen eigenständig durchführen konnten. Ebenfalls eröffnete sich eine Möglichkeit, Studierende an Schulen einzusetzen, da auszubildenden Lehrkräften wiederum Zugang gewährt wurde. Somit wurde als erstes geändertes Teilziel die „Entwicklung von Bildungsbausteinen (Module)“ bei der Drittmittelgeberin DBU eingereicht.

Eine zweite Anpassung erfolgte als Antrag auf kostenneutrale Verlängerung des Projektes um ein Jahr zusammen mit einer Ablösung des Partnerprojektes Schulsmart – Smarte Energie Macht Schule, des Projektträgers Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. durchgeführt wurde. Aufgrund von Anpassungen der Projektziele seitens der UfU gab es nunmehr weder eine örtliche, noch eine fachliche Überschneidung. Die Durchführung einer gemeinsamen Fachkonferenz als formeller Projektabschluss war so nicht mehr zielführend und es wurde vereinbart, voneinander getrennte Fachveranstaltungen durchzuführen, sich jedoch gegenseitig zu diesen Veranstaltungen einzuladen.

Trotzdem gelang es, fast alle aus dem Projekt hervorgehenden Ziele zu erreichen und es zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen.

Folgende definierte Projektziele wurden erfolgreich abgeschlossen:

- Sensibilisierung für alltägliches energierelevantes Handeln und die Einführung von „smarten“ Technologien durch Entwicklung von Bildungsbausteinen (Module)
- Entwicklung von Strategien und Verhaltensmustern für einen energieeffizienten Schulalltag
- Transfer durch Multiplikator:inneneffekte (Wissenstransfer auf Kommunalen Ebene durch Kontakt mit Schulträgern, Stadtverwaltung, Öffentlichkeitsarbeit sowie Transfer durch Lernende und Lehrpersonen durch Aus- und Fortbildung)
- Heranführung an Berufe im Energiesektor (durch Planspiele, Exkursionen sowie Vorträge von Expertinnen und Experten)

Auf Grundlage der Daten kann ein Ziel nicht abgeschlossen werden, da die Daten hierzu nicht überprüft werden können:

- Reduktion des Energieverbrauchs in den Schulen um mindestens 10 %

Durch die Corona-Pandemie und die langanhaltenden Lockdowns waren Schulen zu Beginn des Projektes geschlossen. Der Energieverbrauch fiel durch diese Schließungen sehr viel niedriger aus als im Regelbetrieb. Indes wurden im Zuge des Digitalpaktes digitale Tafeln, Bildschirme, neue Elektrogeräte und Projektoren angeschafft. Diese Geräte verhindern eine Vergleichbarkeit der Energieverbrauchsdaten mit Zeiten vor der Pandemie. Eine Energieeinsparung von 10% im Vergleich zu den Vorjahren ist somit nicht möglich. Trotz der ausbleibenden Nachweisbarkeit der Energieverbräuche wird im Projekt davon ausgegangen, durch die Planung von Photovoltaikanlagen in Schulen Projekte zur Energieeinsparung angestoßen zu haben. So sind mindestens sechs der Schulen, an die Photovoltaikplanungen ausgegeben wurden dabei, entsprechende Anlagen zu errichten. Auch hier wurde vom Projektteam stark daran gearbeitet, sämtliche Akteure im schulischen Umfeld zu erreichen. Die Schulleitung, Schulträgerschaft, kommunale Entscheider:innen, Gebäudeeigentümer und Hochbauämter, alle Institutionen wurden bei der Planung berücksichtigt.

An der TU Dresden wurden im wahlobligatorischen Ergänzungsbereich zum Sommersemester 2023 Lehrveranstaltungen der Reihe „Projektseminar SENSO – Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Praxis“ mit Lehramtsstudierenden für Geographie durchgeführt. Studierende hatten so die Gelegenheit, am konkreten Beispiel Projektunterricht zu gestalten, vorhandene Unterrichtsmodule anzupassen bzw. zu integrieren, eigene Module zu entwerfen, an Schulen zu erproben und den Erfolg der Unterrichtsmodule zu evaluieren.



Auch die Bereiche der Öffentlichkeitsarbeit wurden projektbegleitend intensiv verfolgt. Beispielsweise wurden neben der Teilnahme an zahlreichen Fachtagungen und Veranstaltungen wurden zwei wissenschaftliche Fachbeiträge veröffentlicht. Eine detaillierte Darstellung ist in Kapitel 5.4 Arbeitspaket 3 – „Öffentlichkeitsarbeit“ zu finden.

Die entwickelten Instrumente zur Evaluierung der Aktivitäten im Rahmen SENSOR sind im Zuge der durchgeführten Projekttag und -wochen angewendet worden. Somit konnten bereits durchschnittlich 193 Rückmeldungen von Lernenden ausgewertet werden, die Rückschlüsse auf das Projekt ermöglichen. Eine detaillierte Erläuterung und Auswertung der Forschungsdaten erfolgt im Kapitel 5.5 Arbeitspaket 4 - „Evaluation“.

Die fachliche Abschlussveranstaltung hat am 06.09.2023 stattgefunden.

### 3 Personal

In untenstehender Tabelle finden sich die Beschäftigungszeiten innerhalb des Projektes. Die folgende Tab. 2 enthält Mitarbeitende, die mit ihrer Arbeit indirekt am Projekt mitgewirkt haben, damit jedoch assoziiert werden.

Tab. 1: Personal des Projektes SENSOR im Überblick

<b>Name / Projektbeschäftigung</b>	<b>Institution</b>	<b>Funktion</b>
Prof. Dr. Nicole Raschke	TU Dresden, Professur für Geographische Bildung	Projektleitung
Dr. Pierre Karrasch bis 01.10.2020	TU Dresden, Geoinformatik	Iniziiierung des Projektes, Beratung
Prof. Dr. Lars Bernard 01.11.2020 bis 31.10.2023	TU Dresden, Geoinformatik	erweiterte Projektleitung
Dr. Stephan Mäs 01.07.2021 bis 31.10.2023	TU Dresden, Geoinformatik	erweiterte Projektleitung, Personalführung L. Wey
Thomas Arendt 01.11.2020 bis 31.10.2023	TU Dresden, Professur für geographische Bildung	WMA 75% (30h/Wo.)
Robert Krüger 01.11.2020 bis 30.06.2021	TU Dresden, Geoinformatik	WMA 25% (10h/Wo.)
Lisa Wey 01.07.2021 bis 30.09.2023	TU Dresden, Professur für Geoinformatik	WHK 25% (10h/Wo.)

Tab. 2: Assoziiertes Personal des Projektes SENSO<sub>r</sub> im Überblick

<b>Name / Projektbeschäftigung</b>	<b>Institution</b>	<b>Funktion</b>
Prof. Dr. Matthias Naumann	Uni Klagenfurt, Stadtgeographie	Beratung
Tabea Langer 01.11.2022 bis 08.02.2022	TU Dresden, Didaktik der Geographie	WHK
Daniel Firl 01.10.2022 bis 31.10.2023	TU Dresden	SHK (4h/Wo.)
Jessica Schreiber bis 17.03.2021	TU Dresden	Absolventin, Abschlussarbeit
Jennifer Mair bis 20.04.2021	TU Dresden	Absolventin, Abschlussarbeit
Max Müller bis 08.07.2022	TU Dresden, Didaktik der Geographie	Absolvent, Abschlussarbeit

Des Weiteren konnte im gesamten Projektzeitraum auf eine Vielzahl von SHK der Juniorprofessur für Geographiedidaktik und Umweltkommunikation, die ab 01.11.2022 zur Professur für Geographische Bildung ernannt wurde, zurückgegriffen werden.

## 4 Projektschulen

Während der Projektlaufzeit wechselten die eingeplanten Projektschulen. Einige haben ihre Kooperation während der Corona-Pandemie eingestellt, neue sind ersatzweise durch Mitarbeitende des Projektes akquiriert worden. Die anfängliche Zahl von acht Projektschulen wurde um vier Schulen erweitert. Somit sind zum Ende des Projektes zwölf Schulen direkt am Projekt beteiligt gewesen. Einen genauen Überblick über die Schulen, an denen im Zuge des Projektes Aktionen stattgefunden haben, befindet sich in Tabelle 3. Die grüne Farbe signalisiert aktiv im Projekt eingebundene Schulen, rot dargestellte Einträge bezeichnen ausgeschiedene Projektschulen.

Tab. 3: Übersicht über die Projektschulen

Nr.	Schule	Ansprechpersonen	Art der Integration des Projektes	Bemerkungen
1	Kötitzer OS Coswig	Herr Müller (SL) Veit Höfler (FL) Maik Rossow (FL)	SENSOR Projektseminar Projekttag am, 22.06.2021, 11.01.2022, und 25.01.2023 durchgeführt	drei Projekttag durchgeführt.
2	Comenius OS Mücka	Thorsten Weiß (SL) Astrid Waschnick (Stellv. SL)		Aktivität aufgrund von COVID-19 eingestellt
3	Goethe Gymnasium Bischofswerda	Bodo Lehnig (SL)		Aktivität aufgrund von COVID-19 eingestellt
4	Luise Otto Peters Schule Leipzig (GYM)	Katrin Eger (Stv. SL), Constanze Schwind (FL)		Aktivität aufgrund von COVID-19 eingestellt
5	Unischule (OS), Dresden	Anke Langner (wiss. Leitung), Frau Hess (SL)	Schulbegehung am, 01.11.2021 SENSOR Projektseminar 8 Projekttag Januar 22	Umsetzung in 8 Schulbesuchen bei Projektwoche Klasse 7
6	Gymnasium LEO Dresden	Manja Posselt (SL) Herr Fuchs (FL)	Staatsexamensarbeit von Max Müller, 4 Projekttag Jan/Feb 2022 durchgeführt. Projektseminar „Stadtklima“ Projekttag am 23.06.2022 durchgeführt	Verstetigung als AG in Kl. 5, 6, 7 geplant
7	Marie-Curie-OS Dohna	Antje Ambos (SL) Frau Ludwig (FL) Frau Großer (FL)	Projekttag erfolgten am 21.06.2021, 22.06.2021, 10.01.2023, und 24.01.2023.	Verstetigung SENSOR Materialien durch FL Höfler als GTA eingeplant
8	OS Lommatzcher Pflege	Silke Gerlach (SL)		Aktivität aufgrund von COVID-19 eingestellt

9	Gymnasium Dresden Pieschen	Therese Pahner (FL), Alex Thyzel (FL)	SENSOr Projektseminar Besuche im Profilunterricht 6x im Jahre 2022 2x im Jahre 2023 2x Vorträge	Projektintegration 8x im Profilunterricht, zwei Vorträge und vier Schulbegehungen
10	OS Borsdorf			Aktivität aufgrund von COVID-19 eingestellt
11	Romain Roland Gymnasium Dresden	Kerstin Plötner (FL)	SENSOr Beteiligung an Klima/Umwelt AG Vortrag am 08.03.2023	PV-Planung im März erstellt, AG befasst sich mit Umsetzung
12	Humboldt Gymna- sium Radeberg	Susann Schmelzer (FL) Sebastian Kreye (FL)	Start als Projektwoche, Verstetigung in Klima- AG	In Absprache mit FL Kreye PVSol Planung erstellt. Die Planung wird Gegenstand der KlimaAG.
13	36. OS Dresden Löbtau	Katharina Sonntag (FL)	Verwendung von SENSOR Materialien in NaWi-Profil	SESNOr Materialien in NaWi-Kurs angewandt
14	Gymnasium Burgstädt	Jens Hennig (FL, erweiterte. SL)	Profilunterricht, Reaktivierung des schulinternen Energieparks	Material der Website eingesetzt im Profilunterricht
15	Christliche Schule Dresden	Frau Elisabeth Frank	NaWi Profil, Klimaschul AG, Projekttag am 11.05.23 Projekttag am 26.06.23 Am 19.09.2023 Besprechung mit der Schulgeschäftsführung	SENSOr Seminar, Material in AG eingesetzt
16	Kalkbergsschule Meißen	Gisbert Böhler (SL), Freya Kazzer (FL)	Projekttag durchgeführt am 22.06.23 Klimaschul AG 01.09.2023 gegründet	Sensor Material durchgeführt, PV Planung mit AG übergeben an Stadtverwaltung
17	Gymnasium Seifhennersdorf	Willy Herbig (FL)	Exkursion TUD am 11.09.2023 Projekttag am 12.09.2023 und 13.09.2023	Projektwoche am 11.09.-13.09.2023 durchgeführt, PV- Planung an SL übergeben.

## 5 Abschließender Stand in den Arbeitspaketen

### 5.1 Arbeitspaket 1a – Modulentwicklung

Die Entwicklung der Bildungsbausteine (Module) wurde abgeschlossen und auf der Internetpräsenz <https://sensor.geo.tu-dresden.de/index.php/bildungsbausteine> sowie auf weiteren Plattformen wie <https://mundo.schule>, <http://bne-portal.de> und <https://bne-sachsen.de> unter Creative-Commons Lizenzen veröffentlicht. Ebenso wurde zwischen 01.02.2023 und 30.09.2023 eine abschließende Revision existierender Bausteine durchgeführt, um einerseits Anregungen aus den Feedbackbögen einfließen zu lassen und andererseits den umfangreichen energiepolitischen Änderungen der Bundesregierung ab Februar 2022 gerecht zu werden.

Insgesamt wurden 13 Bildungsbausteine veröffentlicht:

- Überblick "Klimawandel"
- Überblick "Nachhaltigkeit"
- Überblick "Was ist Energie"
- Überblick "Energiewende"
- Planspiel Solar - Photovoltaik auf dem eigenen Schuldach
- WELS - Energie aus Wasser, Erde, Luft und Sonne
- Umweltmessstation
- Die Farbstoff-Solarzelle (Grätzelzelle)
- CO2-Sensor für das Klassenzimmer
- CO2-Sensor im Plantarium
- Die Geschichte der Leuchtmittel
- Kohlekraftwerke
- Wärmeverluste

### 5.2 Arbeitspaket 1b – Projektwochen/-tage an Partnerschulen durchführen

Im Berichtszeitraum fand die letzte Veranstaltung des Projektes statt. Am 11. bis 13. September 2023 wurde die Projektwoche des Oberlandgymnasium Seifhennersdorf durchgeführt. Dabei wurde in Kooperation mit dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ilk) der TU Dresden eine Exkursion und zwei Projektstage organisiert. Die 24 Schülerinnen und Schüler hatten dabei Gelegenheit, die Bildungsbausteine „WELS – Energie aus Wasser, Erde, Luft und Sonne“, „Farbstoff-Solarzelle (Grätzelzelle)“ und das „Planspiel Solar - Photovoltaik auf dem eigenen Schuldach“ durchzuführen. Parallel zu den Bildungsbausteinen ist von Thomas Arendt eine Ertragsprognose für eine

Photovoltaikanlage auf der Turnhalle der Schule erstellt worden. Diese wurde der Schulleitung übergeben und ein mögliches Projektvorhaben vorgestellt.

Im gesamten Projektzeitraum wurden Projektwochen und -tage an 12 Projektschulen durchgeführt. Manche wurden im Zuge des Projektseminars sogar mehrfach und in verschiedenen Jahrgängen besucht. Bislang wurden Inhalte des Projektes im Rahmen von Projekttagen, Projektwochen oder Profilunterricht an folgenden Schulen durchgeführt:

- 2 Projektstage 21. – 22.07.2021 Marie-Curie-Oberschule Dohna
- 1 Projekttag 22.06.2021 Kötitzer Oberschule Coswig
- 1 Exkursion 10.09.2021 E.-W.-von-Tschirnhaus-Gymnasium
- 3 Projektstage 03.01. – 18.01.2022 Gymnasium Linkselbisch-Ost Dresden
- 6 Projektstage 04.01. – 18.02.2022 Gymnasium Dresden Pieschen
- 5 Projektstage 24. – 28.02.2022 Universitätsoberschule Dresden
- 2 Projektstage 03. – 04.03.2022 Gymnasium Burgstädt
- 1 Projekttag 23.06.2022 Gymnasium Linkselbisch-Ost Dresden
- 2 Projektstage 19.01. u. 02.02.2023 Gymnasium Dresden Pieschen
- 2 Projektstage 11.01. u. 25.01.2023 Kötitzer Oberschule Coswig
- 2 Projektstage 10.01. u. 24.01.2023 Marie-Curie Oberschule Dohna
- 1 Veranstaltung 08.03.2023 Romain-Rolland Gymnasium Dresden
- 1 Projekttag 13.04.2023 Christliche Schule Dresden
- 1 Projekttag 22.06.2023 Kalkbergsschule Meißen
- 1 Projekttag 27.06.2023 Christliche Schule Dresden
- 3 Projektstage 11.-13.09.2023 Oberland-Gymnasium Seifhennersdorf

#### Erreichte Personen in Zahlen

- Die Zahl der Lernenden, die direkt im Projekt erreicht wurden, umfasst 298.
- Die Zahl der Lehrpersonen, die direkt mit dem Projekt kooperieren, beträgt 32.
- Im Rahmen von Abschlussarbeiten (Staatsexamensarbeiten) engagierten sich vier Studierende im Projekt.
- Am SENSOR Projektseminar nahmen im Rahmen des Geographie Lehramtsstudiums 38 Studierende teil.
- Bei zahlreichen Informationsveranstaltungen konnten insgesamt zwischen 200 und 300 Lehrpersonen und mehr als 1000 Schüler:innen erreicht werden.

### **5.3 Arbeitspaket 2 – Umwelt-AG**

In gesamten Projektzeitraum konnten Bemühungen dokumentiert werden, die an den Projektschulen eine Gründung von AGs anstreben.

Der Einsatz von Ertragsprognosen für Photovoltaikanlagen aus den Projektveranstaltungen ermöglicht neue Aufgaben, denen sich entsprechende AGs widmen können.

Erfolgreich wurde eine Kooperation mit der Kalkbergschule Meißen besprochen. Diese hat sich bereit erklärt, eine Klimaschul-AG zu gründen. Hier sollen Inhalte des Projektes SENSOR implementiert werden. Darüber hinaus kümmert sich die AG, um die Auswertung von Daten des im Rahmen des Projektes zur Verfügung gestellten Smart-Meters und der Realisierung des Photovoltaikprojektes.

#### **(1) Start Umwelt-AGs**

Die Klimaschul-AG an der Kalkbergschule startet mit der Ernennung der Schule als Klimaschule im August-September 2023.

Schulen, die im Laufe des Projektes eine Umwelt-AG, Klima-AG oder Energie-AG etabliert haben bzw. bereits existierende AGs mit Bildungsbausteinen und Materialien des Projektes SENSOR fortführen sind:

- Christliche Schule Dresden
- Oberland Gymnasium Seifhennersdorf
- Romain-Rolland Gymnasium Dresden
- Humboldt Gymnasium Radeberg
- Gymnasium Burgstädt

#### **(2) Datensammlung und Aufbereitung**

Die gesammelten Daten des Projektes belaufen sich ausschließlich auf die empirischen Daten aus den Umfragebögen. Weitere Daten z. B. Energieverbrauchskurven, Stromverbräuche, Ertragsprognosen sind aus Datenschutzgründen zur internen Verwendung in den Schulen vorgesehen. Dennoch konnte festgestellt werden, dass der Energieverbrauch aller Schulen im Vergleich zu den Jahren 2020 und 2021 erhöht war. Dies ist auf den geringeren Verbrauch durch während der Lockdowns zurückzuführen.

### **(3) Strategien der Energieeinsparung**

Folgende Maßnahmen wurden im Berichtszeitraum im Rahmen von AGs, GTA oder Profilverunterricht projektseitig unterstützt, angeleitet bzw. umgesetzt:

- Eine Zählung veralteter Leuchtmittel durch den Naturwissenschaftskurs der Christlichen Schule Dresden. Eine entsprechende Empfehlung wurde der Schulgeschäftsführung vorgelegt.
- Ebenfalls wurde im Zuge eines weiteren Projekttagess an der Christlichen Schule Dresden die Installation einer Photovoltaikanlage besprochen und entsprechende Ziele konkretisiert. Auch hier ist durch Thomas Arendt eine Ertragsprognose erstellt worden und der Schulgeschäftsführung vorgelegt. Der Schulträger beabsichtigt ein solches Projekt noch innerhalb des Jahres 2024 zu realisieren.
- An der Kalkbergschule Meißen wird im Herbst 2023 ein Energiemonitor des Herstellers SMAPPEE installiert. Die gesammelten Energieverbrauchsdaten werden dann gemeinsam mit dem Informatiklehrer ausgewertet und es wird angestrebt, die Daten auf einer Anzeigetafel im Schulgebäude für alle Schulbesuchenden sichtbar (und im Rahmen des Projektes auch lesbar, d. h. für Schüler:innen interpretierbar) darzustellen.
- Es wurden mithilfe der Planungssoftware PVSol an insgesamt 12 Schulen Photovoltaik-Projektplanungen erstellt. Die Planungen umfassten Tätigkeiten wie:
  - Ermittlung des Strombedarfes / Stromverbrauches der Schule
  - Ermittlung, Bestimmung und Vermessen geeigneter Dachflächen mit deren Aufbauten und möglichen Verschattungsquellen
  - 3D-Modellierung des Schulgebäudes in der Planungssoftware PVSol
  - Belegungsplanung der Dachfläche mit Photovoltaikmodulen
  - Erstellung von Ertragsprognosen bei optimierten Ausrichtungs- bzw. Aufständervarianten
  - Investitions- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen für eigenverbrauchten und eingespeisten Strom
  - Auswertung der Energieeinsparpotentiale mit Lernenden
- Im Rahmen der Umwelt-AG konnte der Bewerbungsprozess mehrerer Schulen um den Titel „Klimaschule“ angeregt und maßgeblich mitgestaltet werden. Die Umwelt-AG sucht Austausch und Zusammenarbeit mit weiteren Agierenden der Energiewende oder anderen Projektschulen.



## 5.4 Arbeitspaket 3 – Öffentlichkeitsarbeit

Um öffentlich wirksam zu sein und dem Projekt mehr Präsenz in der Medienlandschaft zu verleihen, arbeitet die Professur für geographische Bildung und die Professur für Geoinformatik stetig an neuen Möglichkeiten der öffentlichen Präsentation. So sind neben der Fortführung der Projektwebseite <http://sensor.geo.tu-dresden.de> zwei wissenschaftliche Beiträge in Journalen veröffentlicht worden:

- Einer der Beiträge „Projektorientiertes Lernen zu Digitalisierung und Energiewende - Theoretische Überlegungen, konzeptionelle Umsetzung und praktische Erfahrungen im Projekt SENSOR - Smart Energy Smart Schools“ ist über die Webseite der AGIT (AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik) unter ISBN 978-3-87907-728-1, bzw. E-Book: ISBN 978-3-87907-729-8 abrufbar: [https://gispoint.de/fileadmin/user\\_upload/paper\\_gis\\_open/AGIT\\_2022/537728014.pdf](https://gispoint.de/fileadmin/user_upload/paper_gis_open/AGIT_2022/537728014.pdf).
- Der zweite Beitrag „Smart Energy, Smart Schools: Project-Based Learning About Energy Transition and Digitalization“ ist in englischer Sprache auf der Internetpräsenz der IGI Global als Buchversion unter folgendem Link abrufbar: <https://www.igi-global.com/chapter/smart-energy-smart-schools/322130>. Der zugehörige Buchtitel lautet: „Digitalization, New Media, and Education for Sustainable Development“. Die zugehörige Identifikationsnummer (DOI) lautet: 10.4018/978-1-7998-5033-5.ch015
- Darüber hinaus sind zwei weitere Veröffentlichungen mit den Ergebnissen aus dem Projekt SENSOR zur Veröffentlichung bei der Zeitschrift für Geographiedidaktik (ZGD) vorbereitet. Die Publikation beider Beiträge war ursprünglich für Oktober 2023 vorgesehen, muss jedoch personell bedingt auf Anfang 2024 verschoben werden.

Zur internationalen Vorstellung des AGIT-Beitrags, nahmen Thomas Arendt und Lisa Wey an der Fachveranstaltung GI-Salzburg teil, präsentierten das Projekt und diskutierten mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern inhaltlich.

Ebenfalls wurden im Rahmen des Projektes an einer Vielzahl von Veranstaltungen teilgenommen und diese mit Redebeiträgen gefüllt:

- Auftaktveranstaltung SENSOR Projektschulkonferenz am 09.02.2021
- Vernetzungstreffen UfU, DBU, TU Dresden am 24.03.2021
- Projektschulbegehung Gymnasium Dresden Pieschen am 28.04.2021
- Projektschulbegehung Marie-Curie Oberschule Dohna am 17.05.2021
- Projektschulbegehung Kötitzer Oberschule Coswig am 24.06.2021
- Teilnahme an der Langen Nacht der Wissenschaften (TU-Dresden) am 09.07.2021
- Teilnahme mit Redebeitrag bei Netzwerktreffen Klimaschulen am 05.10.2021
- Redebeitrag am Deutschen Kongress für Geographie am 5. bis 9.10.2021
- Projektschulbegehung Universitätsoberschule Dresden am 01.11.2021
- Projektschulbegehung Gymnasium LEO am 18.01.2022
- Teilnahme an Konferenz mit Redebeitrag bei GI\_Salzburg am 05. bis 07.06.2022
- Teilnahme an der Langen Nacht der Wissenschaften (TU-Dresden) am 08.07.2022
- Teilnahme an Ausstellung Gaia - Achtung Zerbrechlich! am 09.03.2023
- Teilnahme mit Redebeitrag bei Netzwerktreffen Klimaschulen am 23.03.2023
- Teilnahme an Berliner Energietagen (Redebeitrag UfU) am 22.05.2023
- Teilnahme an der Langen Nacht der Wissenschaften (TU-Dresden) am 22.06.2022
- Teilnahme bei Netzwerktreffen „Sustainable Coffe Hour“ am 26.06.2023
- Formelle Abschlussveranstaltung Beitrag „Lehrkräftestammtisch“ am 06.09.2023

## **5.5 Arbeitspaket 4 – Evaluation**

Im gesamten Projektzeitraum konnten 226 Fragebögen erfasst werden. Einige Fragebögen ließen jedoch keine Auswertung in allen Items zu, sodass für die meisten Fragen 193 Rückmeldungen von Lernenden in verschiedenen Klassen (6. bis 11. Klasse) existieren. Die Geschlechterverteilung der Teilnehmenden war etwas unausgewogen, mit 96 weiblichen und 79 männlichen Lernenden, 15 machten keine Angabe zu ihrer Geschlechteridentität und drei identifizierten sich als divers.

Der entworfene Fragebogen wird nach jeder Projekteinheit eingesetzt. Zu jedem Item wurden mindestens drei Fragen entwickelt, die mit Aspekten der Selbstwirksamkeit nach Bandura (1997) verlinkt werden. Daher werden die Fragen zu den dazugehörigen Ebenen (affektiv, kognitiv und konativ) zugeordnet, die typischerweise für Erhebungen zum Umweltbewusstsein genutzt werden. Die folgende Tabelle zeigt die Zuordnung der Fragen zum jeweiligen Item und zur jeweiligen Ebene.

Tab. 4: Übersicht der Items im Fragebogen

	<b>Item 1:</b> Umweltschutz	<b>Item 2:</b> Klimawandel	<b>Item 3:</b> Energiesparen	<b>Item 4:</b> Umwelt-AG
<b>affektive Ebene</b> (Gefühle oder Einstellungen der Lernenden)	Ich interessiere mich für Umweltschutz.	Der Klimawandel bereitet mir Sorgen.	Ich halte es für sinnvoll, auf fossile Energieträger (z. B. Braunkohle oder Erdöl) zu verzichten.	Eine AG an meiner Schule, die sich mit den Themen der Nachhaltigkeit, Klimawandel und Energiewende beschäftigt, ist sinnvoll.
<b>kognitive Ebene</b> (Wissensebene der Lernenden)	Ich weiß, wie zum Umweltschutz beigetragen werden kann.	Die Ursachen/Auswirkungen von Treibhausgasen sind mir bekannt.	Ich weiß, wie die Energiewende mit dem Klimawandel zusammenhängt.	Ich habe konkrete Ideen, womit sich eine Umwelt-AG auseinandersetzen soll. Nenne Beispiele:
<b>konative Ebene</b> (Handlungsbereitschaft der Lernenden)	Ich setze mich aktiv für Umweltschutz ein.	Ich bin bereit, Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen.	Ich bin bereit, in meinem Alltag Energie zu sparen.	Ich würde in die AG eintreten, wenn diese an der Schule angeboten werden würde.  Ich bin bereit, eine Umwelt-AG an meiner Schule mitzugründen.

Beim Design des Fragebogens lag besonderes Augenmerk darauf, überwiegend geschlossene Fragen zu verwenden, die auf einer vierstufigen Likert-Skala basieren. Ergänzt wurde diese die durch die Ausschlussoption "Ich weiß nicht". Zusätzlich wurde eine Abfrage zu den Lebensbereichen der Schülerinnen und Schüler integriert, in der sie ihre persönliche Einschätzung darüber abgeben sollten, in welchem Maße sie sich in diesen Bereichen engagieren. Dies diente dazu, ein besseres Verständnis für die Relevanz der Themen sowie ihre Integration im Alltag der Lernenden zu gewinnen.

## Auswertung der Fragebögen

Für das Item zum Thema **Umweltschutz** konnten bisher folgende Rückschlüsse gezogen werden: 75 % der Schülerinnen und Schüler geben an, dass sie sich für den Umweltschutz interessieren und auch wissen, wie sie dazu beitragen können. Dabei scheinen sich Schülerinnen mehr dafür zu interessieren und eher zu wissen, wie sie dazu beitragen können als Schüler, da hier über 10 % mehr Zustimmung zu verzeichnen ist. Über 60 % der gesamten Befragten geben an, dass es ihnen wichtig ist, dass sich andere in ihrer Umgebung für Umweltschutz einsetzen (vgl. Abbildung 1).

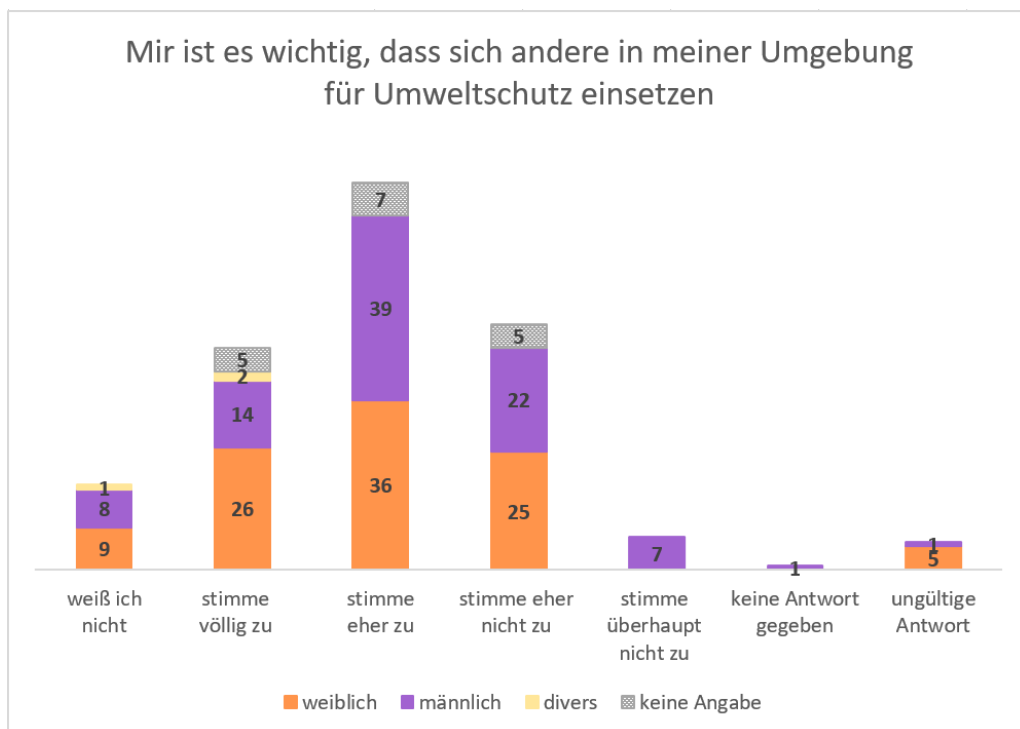


Abbildung 1 Antworten zur Frage nach der Wichtigkeit des Einsatzes anderer (N=193)

Das Bild ändert sich jedoch bei der Frage, ob sie sich selbst aktiv dafür einsetzen. Es stimmen hier nur knapp 35 % der Befragten zu. Diese Angabe wird von der Abfrage zu den Lebensbereichen (teilweise) revidiert. Der Bereich, in dem sie sich nach eigener Einschätzung am wenigsten einsetzen, liegt bei Schülerinnen mindestens 10 % höher als bei Schülern. Der Lebensbereich, für den sie sich am meisten einsetzen, ist nach eigener Einschätzung der Bereich der Abfallvermeidung und Mülltrennung mit 83 %, gefolgt von den Bereichen Konsum von Lebensmitteln (66 %) und Recycling und Wiederverwendung (65 %). Der Lebensbereich, wofür sich die wenigsten Schülerinnen und Schüler nach eigener Einschätzung einsetzen, ist Haushaltselektronik (49 %). Zusammenfassend kann

festgehalten werden, dass ein überwiegender Teil sich für alle Lebensbereiche einsetzt, gerne jedoch mehr unternehmen würde (vgl. Abbildung 2).

In Bezug auf die Fragebogenpunkte "**Klimawandel**" und "**Energiesparen**" zeigt sich auf der affektiven Ebene, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler das Gefühl hat, der Klimawandel werde häufig in ihrem täglichen Leben thematisiert. Eine ähnliche Anzahl

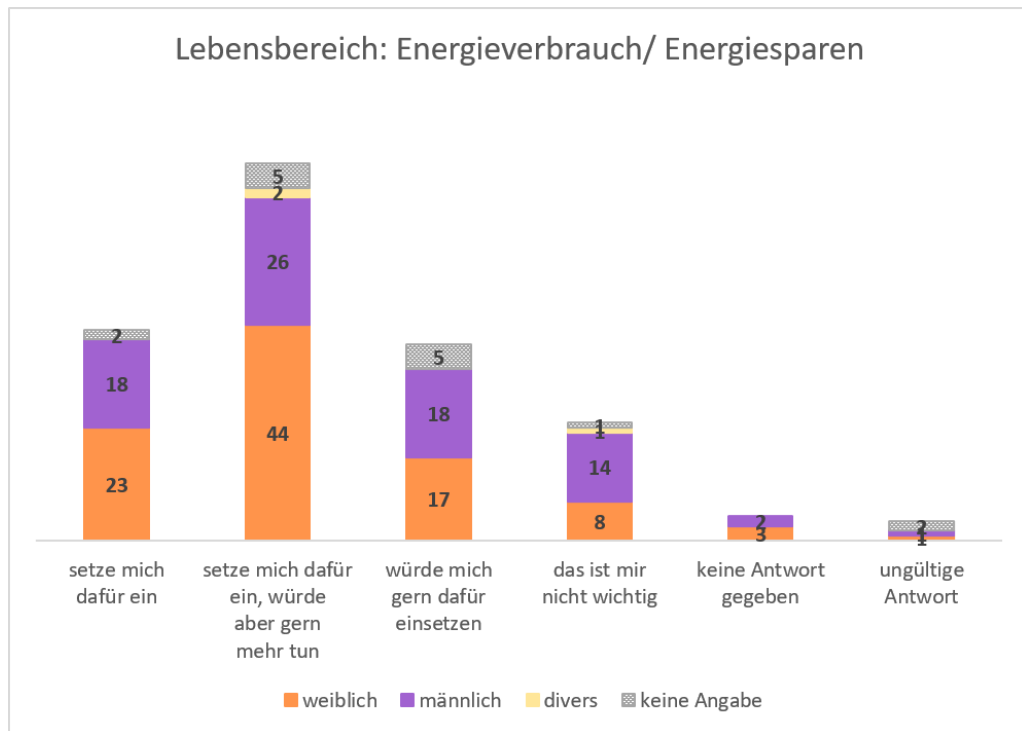


Abbildung 2 Antworten zur Frage nach dem persönlichen Einsatz im Lebensbereich Energieverbrauch (N=193)

von Befragten stimmt der Aussage zu, dass ihnen der Klimawandel Sorgen bereitet. Dabei fällt auf, dass es einen Unterschied zwischen den weiblichen Teilnehmerinnen und den männlichen Teilnehmern bzw. Befragten ohne Geschlechtsangabe gibt. Rund 70 % der Schülerinnen bereitet der Klimawandel Sorge, jedoch nur um die 50 % der Schüler bzw. Befragte ohne Geschlechtsangabe. Auf der kognitiven Ebene geben über 65 % der Lernenden an, dass sie wissen, wie die Energiewende mit dem Klimawandel zusammenhängt oder zu wissen, was die Ursachen und Auswirkungen von Treibhausgasen sind. Für die konative Ebene stimmen über 60 % der Schülerinnen und Schüler (eher) zu, dass sie bereit sind, Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen (vgl. Abbildung 3).

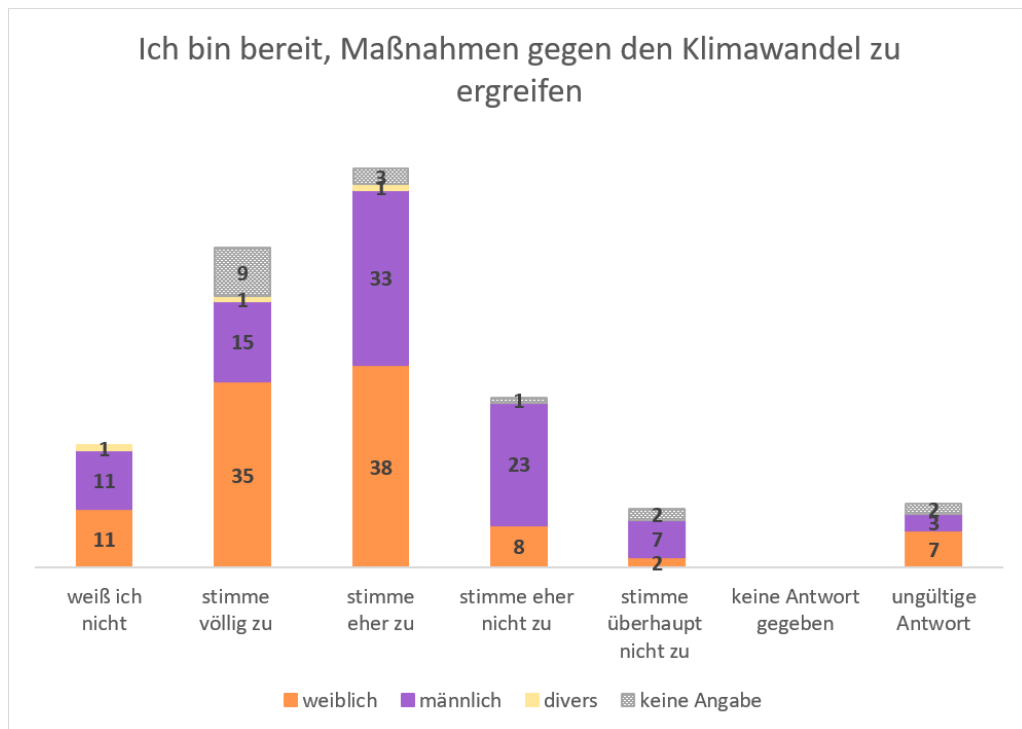


Abbildung 3 Antworten zur Frage nach der Bereitschaft, Maßnahmen gegen Klimawandel zu ergreifen (N=193)

Bei der Auswertung zur Umwelt-AG ist eine sehr starke Diskrepanz zu verzeichnen. Während über 80 % aller befragten Schülerinnen und Schüler eine Umwelt-AG an ihrer eigenen Schule für sinnvoll erachten, geben nur 28 % an, dass sie diese auch besuchen würden. Nur 18 % wären zu einer Mitgründung bereit (vgl. Abbildung 4).

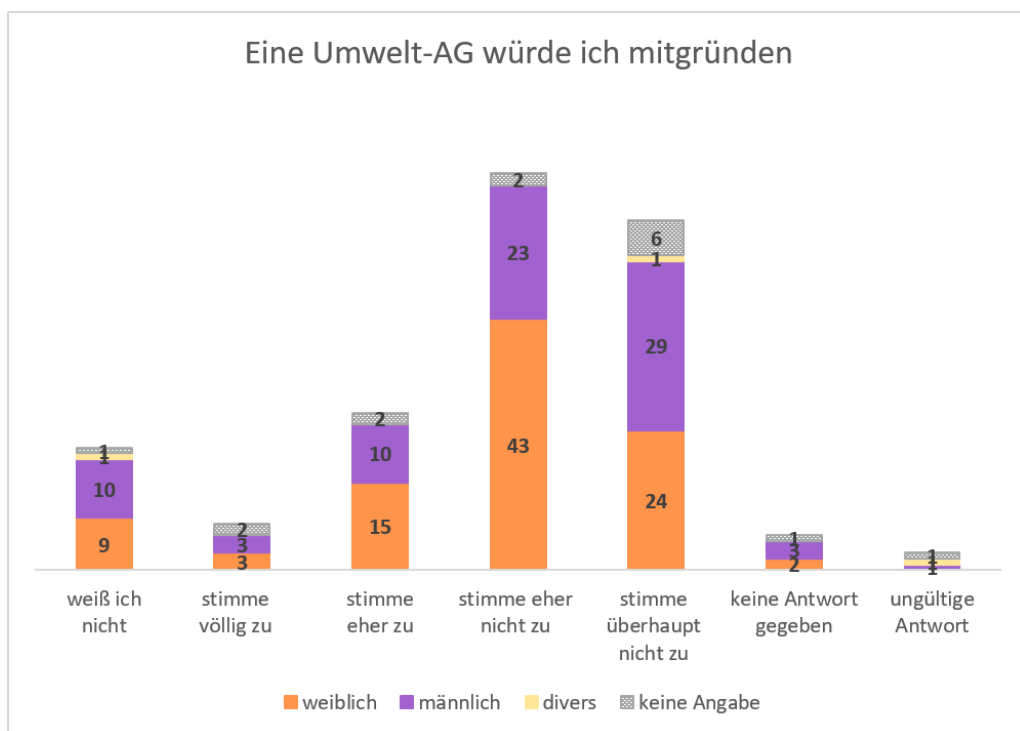


Abbildung 4 Antworten zur Frage nach der Bereitschaft, eine Umwelt-AG mitzugründen (N=193)

Die Eindrücke der Schülerinnen und Schüler bieten optimistische Einblicke für dieses Projekt, obwohl es wichtig ist zu betonen, dass die Bewertung nicht pauschal auf andere Projekte übertragbar ist. Die Jugendlichen äußerten positives Feedback zur Umsetzung und methodischen Herangehensweise des SENSOR-Projekts. Dies unterstützt nicht nur forschendes Lernen, sondern auch das grundlegende didaktische Konzept einer ganzheitlichen Schulbildung. Fächerübergreifender Unterricht und die Unterstützung der Lehrkräfte in ihrer beruflichen Weiterentwicklung werden im Projekt SENSOR berücksichtigt. Eine der Hauptaufgaben dieses Projektes war, dass Schülerinnen und Schüler nicht nur nachhaltiges Verhalten in der Schule angewendet haben, sondern Erfahrungen auch zuhause anwenden, was die Reichweite und die Möglichkeit eines Effektes als Multiplikatorinnen und Multiplikatoren verstärkt.

Die Lernenden zeigen Interesse an den Themen Energie, Energiewende und Nachhaltigkeit. Jedoch herrscht eine Diskrepanz zwischen dem Interesse und der aktiven Partizipation oder auch zwischen dem Wissen und der aktiven Partizipation, die sogenannte "knowledge-behavior-gap", die sich insbesondere bei den Rückmeldungen zur Umwelt-AG zeigt. Diese Lücke ist auch Thema anderer Studien und Artikel wie z. B. der von Winter et al. (2022). Bei der Auswertung der Fragebögen fiel auch auf, dass die Schülerinnen und Schüler in manchen Bereichen angeben, dass sie bereit sind, Maßnahmen dafür zu ergreifen. Das betrifft z. B. Energiesparen in ihrem Alltag oder auch die Rückmeldungen zu den einzelnen Lebensbereichen. Im Gegensatz dazu fallen die Zustimmungen der Lernenden zur Bereitschaft beim Umweltschutz oder zu Maßnahmen gegen den Klimawandel deutlich geringer aus. Dies kann unterschiedliche Gründe haben. Einer kann aus den damit verbundenen Emotionen herrühren. (Junge) Menschen reagieren auf den Klimawandel nicht nur mit positiven Emotionen, auch Angst, Trauer oder gar Apathie sind begleitende Emotionen (Winter et al., 2022; Jones & Davison, 2021). Dadurch schätzen sie ggf. den Klimawandel als kein schlimmes Problem oder als ein so schlimmes - gar überwältigendes - Problem ein, dass die (jungen) Menschen keine Handlungsbereitschaft zeigen (ebd.). Die Untersuchung der einzelnen Lebensbereiche zeigt jedoch, dass sich die Lernenden so einschätzen, dass sie sich bereits dafür einsetzen und gern mehr unternehmen würden. Dieser Unterschied lässt sich bspw. damit erklären, dass (junge) Menschen sich schnell ohnmächtig fühlen, wenn das Thema sehr wissenschaftlich und komplex erklärt wird, wie es oft der Fall bei der Lehre von Klimawandel und Nachhaltigkeit ist (Jones & Davison, 2021). Im Vergleich dazu sind die verschiedenen Lebensbereiche einfacher zu erfassen oder auch Energiesparen im Alltag statt dem Umweltschutz bzw. Maßnahmen gegen den Klimawandel.

## 6 Übersicht Meilensteine Soll/Ist-Vergleich

Tab. 5: Meilensteine und deren Bearbeitungsstand

<b>Meilenstein SOLL Zustand</b>	<b>Bearbeitungsstand IST Zustand</b>	<b>Bemerkungen</b>
Ein Konzept für die Projektwoche mit Arbeits- und Informationsmaterialien ist entwickelt.	abgeschlossen	Konzeptentwicklung abgeschlossen, Bildungsbausteine erprobt und veröffentlicht.
Ein Konzept für die technischen Möglichkeiten und deren Umsetzung ist entwickelt.	abgeschlossen	Konzeptentwicklung abgeschlossen; Abweichungen und Änderungen können an einzelnen Schulen auftreten.
Begehungen an einer Dresdner Schule sind durchgeführt.	abgeschlossen	Begehung aller Projektschulen abgeschlossen. Zusätzlich 5 weitere Schulen besucht
Lehrpersonen wurden an den beteiligten Schulen fortgebildet.	abgeschlossen	Erste Fortbildungen abgeschlossen; weitere werden bedarfsgerecht durchgeführt.
Die Projektwoche wurde an den beteiligten Schulen durchgeführt.	abgeschlossen	Projektwochen/-tage an 10 von 9 Schulen durchgeführt (100%)
Lokale bzw. regionale Projektpartner:innen, z. B. Energieberatende wurden eingebunden.	abgeschlossen	In Dohna wurden Betreibende eines Solarparks, eines Altholzkraftwerks und von den technischen Sammlungen besucht. In Meißen wird PV-Firma Maßnahmen vorstellen.
Die AG ist gestartet und legt Schwerpunkte für ihre Arbeit fest.	abgeschlossen	AG an 4/8 Schulen aktiv. 5/8 Schulen implementieren SENSOR in GTA oder Profilunterricht.
Die AG hat Messinstrumente entwickelt und richtet Messstationen ein.	abgeschlossen	In Bearbeitung durch Schulen (z.B. Kalkbergschule) Messinstrumente werden an Schule installiert und durch AG ausgewertet.
Die AG hat gesammelte Energiedaten ausgewertet.	abgeschlossen	Energiedaten nur lokal verfügbar mit Energiemessgerät (Smart-Meter). Entsprechendes Gerät wurde installiert.
Die AG hat Maßnahmen zur Steigerung von Effizienz von Energieverbrauch bzw. zum Sparen von Energie geplant.	abgeschlossen	Teilbereich wurde in Projekttagen an Gymnasium Dresden Pieschen und OS Dohna, Romain-Rolland-Gymnasium, Kötitzer Oberschule, Christliche Schule Dresden & Kalkbergschule Meißen bearbeitet.



Die AG setzt Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Energieverbrauch bzw. zum Sparen von Energie um.	abgeschlossen	Aktive Umsetzung einer PV-Anlage an Gymnasium Dresden Pieschen und OS Dohna, Kötzter OS, Christliche Schule Dresden & Kalkbergsschule Meißen, Romain Rolland Gymnasium Dresden und Humboldt-Gymnasium Radeberg geplant.  Energieeinsparmaßnahmen wurden teilweise an Schulen etabliert.
Die AG hat die Effekte der Maßnahmen gemessen.	offen	Die Dauer der Maßnahmenumsetzung (Photovoltaik / Einsparung) übersteigt Projektlaufzeit.  Messbare Ergebnisse durch Lockdowns 21/22 nicht valide. Ergebnisauswertung nicht möglich.
Die AG arbeitet mit Projektpartner:innen, z. B. Energieberatende zusammen.	abgeschlossen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieberater an Schulen in Coswig, Dresden und Meißen eingeladen und durchgeführt.</li> <li>• Ausschreibung von Stadt Meißen gestartet</li> <li>• AG kümmert sich um Koordination</li> </ul>
Website zum Projekt ist erstellt.	abgeschlossen	Die Website wird laufend aktualisiert und angepasst. Aktuell wurden mehr als zehn Newsbeiträge veröffentlicht.
Mind. drei Artikel (News) sind publiziert.	abgeschlossen	News werden regelmäßig aktualisiert
Die erstellten Materialien sind auf einer unterrichtspraktischen Online-Plattform verlinkt.	abgeschlossen	Bildungsbausteine bei <a href="https://mundo.schule/">https://mundo.schule/</a> und <a href="https://www.unterrichtsmodule-energie.de/">https://www.unterrichtsmodule-energie.de/</a> veröffentlicht.  Eine Verlinkung/ Veröffentlichung auf dem sächsischen Bildungportal steht noch aus.
Das Projekt ist auf lokaler Ebene vorgestellt (z. B. Schulversammlung).	abgeschlossen	SENSOR Konferenz am 21.01.2021 durchgeführt
Der SENSOR-Tag (Netzwerktreffen) wurde durchgeführt.	abgeschlossen	Die Abschlussveranstaltung hat am 06.09.2023 stattgefunden.
Instrumente für Evaluation wurden entwickelt.	abgeschlossen	vgl. Anhang 6-8
Evaluationen wurden durchgeführt und ausgewertet.	abgeschlossen	Evaluationen durchgeführt 100%

## 7 Ausblick auf Fortführung des Projektes

Aus Sicht der Technischen Universität Dresden folgt dieses Projekt dem Kriterien-Raster SMART (Spezifisch, Messbar, Attraktiv, Realistisch, Terminiert). Eine Terminierung beinhaltet einen endgültigen Abschluss des Projektes. Es gibt aus aktuellem Kenntnisstand keine Förderfähigkeit bereits bestehender Projektstrukturen.

Die positiven Rückmeldungen und Erfahrungen der letzten Projektphase haben jedoch gezeigt, dass neben der Forschung und wissenschaftlichen Arbeit in Sachsen großer Bedarf an extracurricularen Projekten wie SENSOR besteht. Wichtig sei hierbei anzumerken, dass die Arbeit aus Sicht projektbegleitender Bildungseinrichtungen gänzlich kostenneutral stattgefunden hat. Sämtliche Materialien, Druckerzeugnisse und Personal wurden kostenfrei zur Verfügung gestellt. Haben seitens des Projektes doch mal Empfehlung für die Anschaffung von Geräten stattgefunden (z.B. SMART-Meter oder Energiemanager), stieß dies sehr häufig auf großen Widerstand seitens der Bildungseinrichtungen. Die Begrenztheit öffentlicher Mittel scheint hierbei eine große Rolle zu spielen. Nach ausgiebiger Prüfung scheint somit eine Ausgliederung aus Gründen der mangelnden Finanzierung wirtschaftlich nicht möglich zu sein.

Ohne Akquise weiterer Drittmittel, scheint eine Implementierung der Projektinhalte nur noch in der Lehrer:innenbildung (Lehre/Projektseminar) denkbar. Entsprechende Pläne liegen der Professur für Geographische Bildung vor, sind jedoch abhängig von zukünftigen personellen Kapazitäten.

Eine Fortführung der Bildungsarbeit im Sinne der Energiebildung, Energieberatung von Schulen wird vom Projektmitarbeiter Thomas Arendt angestrebt. Es wurden Kontakte zum Unabhängigen Institut für Umweltfragen (UfU) e.V. aufgebaut, die eine mögliche Zusammenarbeit festigen können.

### Literaturangaben

Wagner, O., Tholen, L., Nawothnig, L. & Albert-Seifried, S. (2021). Making School-Based GHG-Emissions Tangible by Student-Led Carbon Footprint Assessment. *Energies*, 14(24), 8558; <https://doi.org/10.3390/en14248558>.

John Buchanan, Sandy Schuck & Peter Aubusson (2016). In-School Sustainability Action: Climate Clever Energy Savers. *Australian Journal of Environmental Education*, vol.32(2),154–173, 2016. doi 10.1017/ae.2015.55  
<https://www.jstor.org/stable/26422926>

Veronika Winter, Johanna Kranz, & Andrea Möller (2022). Climate Change Education Challenges from Two Different Perspectives of Change Agents: Perceptions of School Students and Pre-Service Teachers. *Sustainability* 2022, 14(10), 6081; <https://doi.org/10.3390/su14106081>, <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/10/6081>

Jones & Davison (2021): Disempowering emotions: The role of educational experiences in social responses to climate change. *Geoforum*, Volume 118, January 2021, Pages 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.11.006>, <https://www.sciencedirect.com/sdfe/reader/pii/S0016718520302748/pdf>

Henderson et al. (2004): Whole-school approaches to sustainability: An international review of whole school sustainability programs. [http://kpe-kardits.kar.sch.gr/Aiforia/international\\_review2.pdf](http://kpe-kardits.kar.sch.gr/Aiforia/international_review2.pdf)