

## Closing the science-action gap: Kann ein Schülerlabor zur Verbesserung von Fachwissen und Klimawandel-Bewusstheit beitragen?

Jonathan Grothaus, Markus Elsholz, Thomas Trefzger

Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik  
jonathan.grothaus@uni-wuerzburg.de

### Kurzfassung

Die Klimakrise ist eine der großen gesellschaftlichen Herausforderungen, die die Schülerinnen und Schüler, die den Physikunterricht besuchen, zukünftig lösen müssen. Der naturwissenschaftliche, und damit auch physikalische Unterricht scheitert aber bislang daran, die Lücke zwischen Problembewusstheit und gesellschaftlichen Handeln zu schließen.

Hier sollen anhand zweier Modelle aus der Umweltpsychologie Ansätze erkundet werden, wie Unterricht vom Wissen zum Handeln kommen kann.

### 1. Von welcher Zukunft erzählen wir beim Unterrichten: Das Zukunftsbild in Labs4Future

*“Every bit of warming matters, every year matters, every choice matters” (IPCC, 2019)*

Die Menschheit kann über globale Prozesse, die durch ihre Aktivitäten ausgelöst werden, reflektieren, sie als Problem bewerten und wirkungsvolle Maßnahmen einleiten. Das zeigt das Montreal Protokoll zum Schutz der Ozonschicht vor zersetzenden Chemikalien (UN environment programme, 2022) oder die COP 21 in Paris mit der Entscheidung deutlich unter 2°C Erderwärmung relativ zum vorindustriellen Zeitalter zu bleiben. (United Nations, 2022)

Weiterhin haben alle unterzeichnenden Staaten, also auch Deutschland, das Ziel erklärt, die Erwärmung besser („preferably“) unter 1.5°C zu halten. Es bleibt aber häufig eine Kluft zwischen dem Wissen, und sogar Absichtserklärungen (psychologisch also Intentionen), und dem tatsächlichen Handeln.

Die Auswirkung der Menschheit auf den Planeten Erde lassen sich auch - und meist auch naheliegender - auch aus einer pessimistischen Perspektive betrachten:

Im Anthropozän, eingeläutet durch die erste Atom-bombe, hat die Spezies Mensch endgültig so viel naturwissenschaftlich-technische Macht angesammelt, um das gesamte System Erde zu stören und mindestens seinen aktuellen Zustand sogar zu zerstören.

Menschliche Aktivitäten drohen das Erdsystem über eine Reihe planetarer Stabilitätsschwellen (siehe Abb. 1) zu stoßen. (Steffen et al., 2015)

Die Klimakrise, deren umfassende Folgen sich wie Arme eines Tumors in alle Sphären des Erdsystems ausbreiten und vielerorts das Gleichgewicht der Naturprozesse stört, verstärkt dabei etliche der identifizierten Grenzen.

### Ökologische Belastungsgrenzen

nach Will Steffen et al. 2015 / Linn Persson et al. 2022 / Wang-Erlandsson et al. 2022

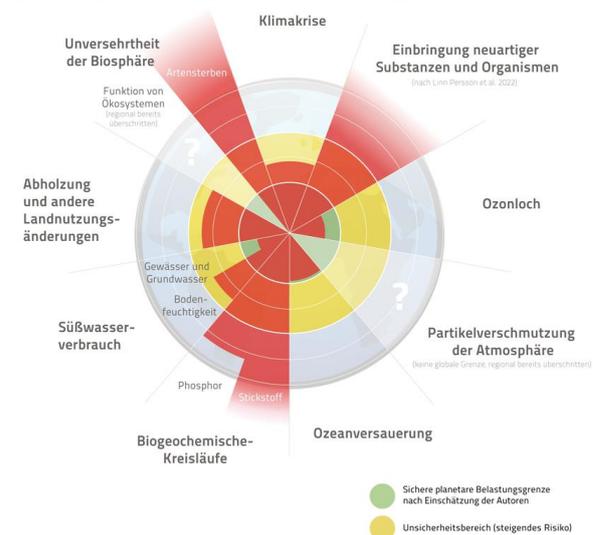


Illustration: Felix Müller/ www.zukunftsaussichten.de | Lizenz: CC-BY-SA 4.0

Abb. 1: Planetare Grenzen, (Müller, 2022),  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planetare\\_Belastungsgrenzen\\_2022.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planetare_Belastungsgrenzen_2022.png)  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Der Begriff der Krise wird hier bewusst in Abgrenzung zum fast schon euphemistisch-positiv klingenden Klimawandel benutzt.

Eine menschengemachte Krise lässt sich aber, und das ist die Abgrenzung zur Klimakatastrophe, durchaus bewältigen. Ohnmacht im Angesicht der Gefahr (freeze) ist daher nicht angebracht:

*„It’s not so much a technical issue - it’s a political one” (Stoevesandt, 2019)*

Die Symptome einer sich immer weiter erwärmenden Erde werden immer klarer, und langsam werden auch die gesellschaftlichen Reaktionen grundsätzlich selbstbewusster und wirksamer. Ob im weltpolitischen Maßstab mit der langsamen Abkehr der G7

Staaten von der Kohleenergie (FAZ/dpa, 2022), oder aus den Forderung der globalen Fridays For Future Streiks, die grand challenge (Reid et al., 2010) Klimakrise in ihrer Bedeutung angemessen zu adressieren.

Wissenschaftlich ist die Bedrohungslage geklärt, und Wege aus der Krise vom IPCC gezeichnet (IPCC, 2019, 2022) – nur geht die gesellschaftliche Transformation in Deutschland viel zu langsam, wenn man das naturwissenschaftlich abgeleitete und völkerrechtlich bindend ratifizierte Paris Ziel ernst nimmt.

Es droht die Integralfalle, nämlich dass ein zu langsamer Start der Treibhausgasreduktionen, einen immer steiler abfallenden und damit schwierigeren Reduktionsverlauf nötig machen würde, um im 1,5°C Emissionsbudget zu bleiben.

Jedes Unterrichtshandeln, das das Thema naturwissenschaftlich behandeln will, bewegt sich auch im Spannungsfeld der politischen Fragen. Frei nach Watzlawick (Watzlawick et al., 1969) gilt: Physikunterricht kann nicht nicht politisch sein..

## 2. Vom ohnmächtigen zum mündigen Bürger

Das Kernanliegen eines naturwissenschaftlichen Unterrichts ist die mündige Bürger:in. Was heißt das für die Unterrichtsgestaltung? Was macht eine Schüler:in mündig, im Kontext der Klimakrise?

Das demokratische, auf Interessensausgleich beruhende System, kann Entscheidungen zur Reaktion auf diese Krise nur treffen, wenn sich die Bürger:innen der eigenen Betroffenheit, also der eigenen Interessen bewusst werden - auch wenn sich diese bei der Klimakrise erst in Jahrzehnten in ihrem vollen Ausmaß manifestieren. Wissenschaftlich erkannte Probleme sind noch lange nicht gelöst: Die Bewältigung der Klimakrise erfordert die Kompetenzen der Individuen, das heißt:

Kompetenzen zur Bewertung von politischen Entscheidungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das globale Erdsystem und zur Auswahl und Durchführung von individuellen Handlungsoptionen. (Frick et al., 2004)

Der Physikunterricht bietet dazu hervorragende Voraussetzungen zum Erlernen dieser Kompetenzen: Die wissenschaftliche Denkweise, die Bewertung anhand elementarisierter Modelle der Welt. Der Unterricht ist eine langfristige, geplante, geschützte Lerngelegenheit, die unter pädagogischen, psychologischen und didaktischen Überlegungen entsteht.

Keimzelle also für eine gesellschaftliche Transformation, für eine Ausbildung der nächsten, keineswegs letzten, Generation zu einer, die sich an die Folgen

der Klimakrise anpasst und an ihrer Lösung arbeiten kann.

## 3. Physikunterricht zwischen Gesellschaft und Naturwissenschaft

Wenn Unterricht nun also sowohl die fachlichen als auch affektiven Voraussetzungen der Lernenden berücksichtigen will, ist es hilfreich, sich erst einmal bewusst zu machen, welche Fehler Physikunterricht nicht machen will.

Die erste wichtige Erkenntnis ist, dass nur das Wissen um das Problem Klimawandel, und seine Folgen, nicht genügt.

Das Lehren des (Fach)Wissens ist zwar notwendig, aber noch nicht hinreichend um Individuen und mit ihnen Gruppen, zum Handeln zu aktivieren.

Das problematische information deficit model geht davon aus, dass nur Informationen und Erklärungen ausreichend sind, um Menschen zum Handeln zu bewegen. Dieser Zusammenhang wird in der Literatur aber grundsätzlich in Frage gestellt. (Moser & Dilling, 2012; Roczen et al., 2013; Tasquier & Pongiglione, 2017)

Eine solide Fachwissensgrundlage sollte Individuen aber in der Tat weniger anfällig für Fakenews, Desinformation oder, wie sie im bayerischen Lehrplan bezeichnet werden, „alternative Erklärungsansätze“ machen. (ISB, 2022)

Die Behandlung des Themas Desinformation erfordert dennoch gewisse Vorüberlegungen, denn das Aufgreifen und Widerlegen einer Falschinformation kann dazu führen, dass sich die Falschinformation verfestigt (Bumerang Effekt) (Lewandowsky et al., 2020), oder das selbst eine widerlegte Falschinformation noch weiter Einfluss auf Entscheidungen hat (Effekt des anhaltenden Einflusses). (Johnson & Seifert, 1994) Die Konsequenz sollte aber NICHT sein, nicht mehr zu widerlegen.

Soll die Wahrheit, die häufiger vor allem eine differenzierte und vielschichtige Betrachtung der Situation ist, kognitiv gesichert werden, bietet sich ein Vierschritt an (siehe Abb.2):

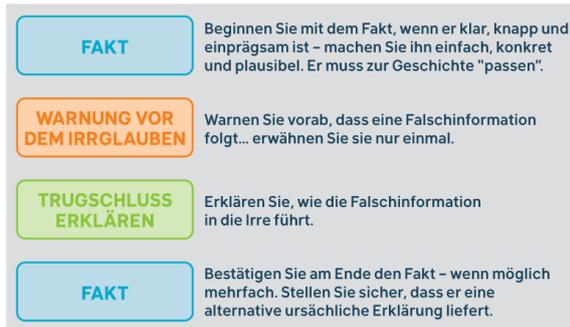


Abb. 2: Vierschritt zum Widerlegen (Lewandowsky et al., 2020)

Die anthropogene Verursachung des Klimawandels ist gesellschaftlich zu 75% anerkannt. (Umweltbundesamt, 2021) Gesellschaftlich ist die Science-Action-Gap ein viel größeres Problem. (Chiari et al., 2016; Moser & Dilling, 2012) Zwar sind die Folgen des aktuellen Handelns bekannt, aber die Gesellschaft zieht keine Konsequenzen.

Der bisherige Unterricht, der gewissermaßen die ausführlichste und institutionalisierte Form der Wissenschaftskommunikation ist, scheitert hier an der Vermittlung der Konsequenzen.

Trotz des in der Bevölkerung anerkannten Sachverhalts reichen die individuellen und politischen Entscheidungen aber bei weitem nicht aus, um die demokratisch selbst gesetzten Ziele des Paris 1.5°C Ziels zu erreichen. (Scientists for Future, 2019)

#### 4. Ein Exkurs in umweltpsychologische Modelle zum Handeln

Um die Science-Action Gap zu verstehen, ist ein Exkurs in die Umweltpsychologie nötig.

Die Ursachen für fehlendes Handeln im Sinne einer Erhaltung der stabilen klimatischen Lebensgrundlagen sind vielschichtig und individuell verschieden. Sie reichen vom Gefühl fehlender Selbstwirksamkeit, bis hin zu Fatalismus oder Ohnmacht im Angesicht der dramatischen wissenschaftlichen Prognosen. Menschen verbleiben, fast schon apathisch, in Gewohnheiten, deren Konsequenzen sie sich zwar auf einer tieferen Ebene mehr oder weniger bewusst sind, aber die in der lebenssituationsgegebenen Realität tatsächlich oder vermeintlich nicht zu ändern sind.

Handeln hat sowohl eine individuelle als auch eine gesellschaftlich bzw. politische Komponente. Ein beträchtlicher Anteil der individuellen Emissionen entsteht aus Entscheidungen, die sich als Gewohnheiten im Leben in Wohlstand etabliert haben, und über deren energetische bzw. Ressourcen bezogene Ineffizienz nicht mehr reflektiert wird: regelmäßiger Fleischkonsum, Mobilität mit Auto und Flugzeug, Wegwerfökonomie.

Auch gesellschaftlich ist man in gewohnten, stabil geglaubten Strukturen (Kohleverstromung, Erdgas zur Wärmeversorgung) verblieben, obwohl deren

Widerspruch zu den eigenen CO<sub>2</sub> Reduktionszielen wissenschaftlich klar war. (Scientists for Future, 2019)

Der Physikunterricht muss nicht allein die Lösungen für eine solche gesellschaftliche Großtransformation entwickeln. Das Ziel kann aber die in Systemen denkende Bewertung von Optionen und Lösungsansätzen, hinsichtlich sozialer, ökonomischer und ökologischer Bewertungskriterien sein. (Bormann & Haan, 2008)

Solche Lösungsansätze sind dabei nicht als abstrakt oder entfernt zu verstehen: Sie gelten genauso im Kleinen: In der Berufswahl, oder in der Auseinandersetzung mit dem Thema mit den eigenen Peers.

#### 4.1 Wissensarten nach Frick et al. (2004)

Welche psychologischen Modelle geben also Aufschluss über das umweltbezogene Verhalten? Wie passen diese Modelle zum Physikunterricht?

Zum Einstieg werden die Modelle hinsichtlich der Ansatzpunkte für Fachwissen erkundet. Der nächste Abschnitt widmet sich dann der affektiven Perspektive.

Die Vermittlung von Fachwissen ist eine der Kernaufgaben des Physikunterrichts. Eine reine Informationsvermittlung zur Handlungsaktivierung reicht nicht aus. (Problematik des information deficit model (Moser & Dilling, 2012; Tasquier & Pongiglione, 2017))

Einen ersten Hinweis auf eine Weiterentwicklung gibt die Aufteilung in drei Wissensarten (siehe Abb. 3):

Systemwissen, Handlungswissen und Effektivitätswissen (Frick et al., 2004; Roczen et al., 2013)

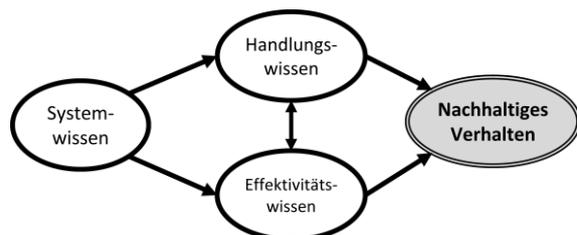


Abb. 3: Knowledge Structure Model nach Frick et al. (2004)

Unter Systemwissen versteht die Autorin dabei Fragen über die (Wechsel)Wirkungen im System, beispielsweise wie CO<sub>2</sub> das Klimasystem beeinflusst. Handlungswissen betrifft die Handlungsoptionen: Was kann man tun, um den Energiebedarf beim Heizen zu verringern? Effektivitätswissen bewertet dann die verschiedenen Optionen anhand ihrer Effizienz: Welchen energetischen Unterschied macht eine um 3°C geringere Raumtemperatur?

Das Systemwissen liefert die Grundlage für die anderen beiden Wissensarten. Erst Handlungs- und

Effektivitätswissen wirken sich in diesem Modell dann direkt auf das Verhalten aus.

Welche weiteren psychologischen Konstrukte gibt es, die Handeln bestimmen? Wie beeinflusst Wissen diese affektiven Persönlichkeitsmerkmale?

#### 4.2 Modell von Bamberg und Möser (2007)

Das erste vorgestellte Modell von Bamberg und Möser (2007) versucht anhand der Literatur verschiedene Variablen zu identifizieren die umweltpositives Verhalten bestimmen. Aus zwei etablierten psychologischen Verhaltensmodellen synthetisieren die Autoren ein Modell und überprüfen in einer Metaanalyse die vermuteten Korrelationen. Grundlage der Synthese sind das Norm Activation Model (NAM) von Schwartz (1977), das Verhalten als pro-sozial motiviert betrachtet, sowie die Theory of planned behaviour (TPB) von Ajzen (1991) die einen rationalen, am Eigeninteresse geleiteten Blick auf Verhalten annimmt.

Zusammen ergeben die beiden Modelle ein Abbild des Menschen als soziales Wesen, mit eigenen Interessen. (Zusammengefasst nach Bamberg und Möser (2007))

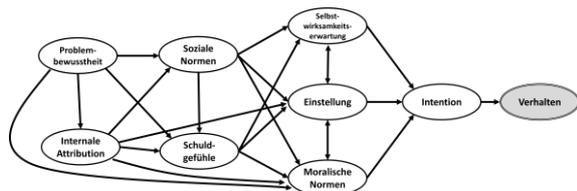


Abb. 4: Modell nach Bamberg und Möser (2007) (eigene Darst.)

Die beiden Modelle und ihre Verbindung zum Wissen werden etwas genauer vorgestellt:

Das Norm Activation Model (NAM) versteht Normen als direkte Determinanten von pro-sozialem Verhalten. Normen bilden und aktivieren sich dabei als Wechselspiel aus kognitiven, emotionalen und sozialen Faktoren. Hier wird das vermittelte (Fach)Wissen relevant:

*“Awareness of and knowledge about environmental problems are probably important cognitive preconditions for developing moral norms.” (Bamberg, 2013)*

Nach der Theory of Planned Behaviour (Ajzen) wird eine Haltung zu einer Verhaltensoption durch einen Abwägungsprozess zwischen wahrgenommenen positiven und negativen Verhaltenskonsequenzen gebildet. Aus dieser Haltung entsteht anschließend erst nur eine Verhaltensintention.

Neben der Haltung (Attitude) werden solche Verhaltensintentionen noch von der Selbstwirksamkeits-

erwartung (perceived behavioural control, PBC) und Sozialen Normen bestimmt.

Soziale Normen spielen bei der Bewertung der Verhaltenskosten auch in diesem Modell eine wichtige Rolle: Menschen wollen soziale Ablehnung vermeiden und verhalten sich wie sozial erwartet.

Zu tatsächlichem Verhalten kommt es erst, wenn eine Verhaltensintention sich - in Abhängigkeit von situationalen Bedingungen - realisiert bzw. sich realisieren lässt.

Für die weitere Argumentation hinsichtlich Unterrichtens dient nun das synthetisierte Modell von Bamberg & Möser, 2007. (siehe Abb. 4)

Die Autoren fassen Selbstwirksamkeitserwartung (PBC), Haltung (Attitude) und Moralische Normen (Moral Norm) als die direkten Determinanten von Verhaltensintentionen auf. (siehe Abb. 5)

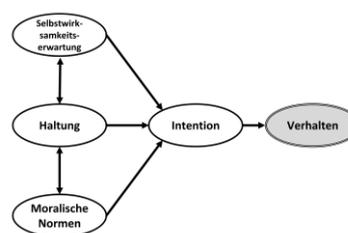


Abb. 5: Determinanten von Verhaltensintentionen nach Bamberg und Möser (2007)

Für den Fachunterricht wichtig ist die Erkenntnis der Bedeutung der Problem Awareness:

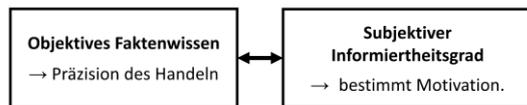
*“Awareness/knowledge is not only associated with the internal attribution of responsibility, social norms, and feelings of guilt, but also directly influences the degree of PBC over as well as the attitude toward choosing a pro-environmental behaviour.” (Bamberg, 2013)*

Wissen ist also nötig und auch einflussreich und wirkt sich über andere Konstrukte auf das Handeln aus.

Einschränkend muss man sich zum Modell von Bamberg bewusst machen, dass die Effektgrößen von der Validität des postulierten Modells abhängen, sich also bei einer anderen Theoriebasierung ändern würden.

In Geiger et al. (2019) wird weiterhin kritisiert, dass bei Bamberg unter Problem Awareness eine problematische Zusammenfassung von subjektiven Einschätzungen (im Sinne einer selbsteingeschätzten Bewusstheit) und objektivem Wissen erfolgt. Diese Typen des Wissens sind aber zu unterscheiden (siehe Abb. 6), wie eine Studie (Passafaro et al., 2016) über wahrgenommene und tatsächliche Fähigkeiten zum Recycling zeigt:

*“perceived skills are indicative of if people are likely to act at all (motivation), and actual skills relate to how well they will perform (accuracy).” (Geiger et al., 2019)*



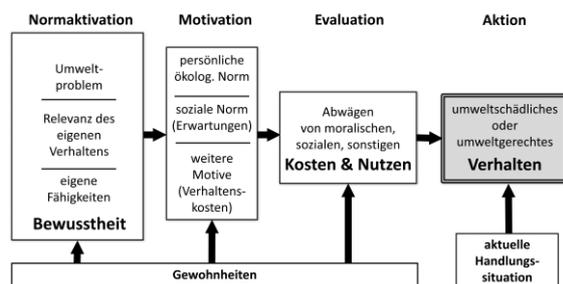
**Abb. 6:** Wissen und Bewusstheit nach Initiative Psychologie im Umweltschutz (2020)

Bevor die affektiven Ansatzpunkte für Unterricht thematisiert werden, wird noch ein weiteres Modell vorgestellt und in Zusammenhang mit dem Fachwissen gebracht.

#### 4.3 Integrative Einflusschema umweltgerechten Alltagshandelns von Matthies (2005)

Dieses Modell (siehe Abb. 7) bringt einige weitere für den Unterricht beachtenswerte Perspektiven ein:

1. Vor dem Verhalten (Aktion) stehen mehrere Prozessphasen, die Individuen durchlaufen und an denen Unterricht jeweils ansetzen kann.
2. Gewohnheiten beeinflussen alle Phasen des Prozesses und sind somit eine wirkmächtige Komponente.



**Abb. 7:** Abwandlung des Integrative Einflusschema umweltgerechten Alltagshandelns nach Matthies (2005) (eigene Darst.)

Fachwissen setzt in Matthies Modell vor allem an der ersten Phase der Normaktivierung an. Kernziel ist es Bewusstheit zu schaffen. Das Wissen über das Umweltproblem, der Zusammenhang des eigenen Verhaltens mit dem Problem aufzuzeigen, und die eigenen Fähigkeiten zu einer Lösung sind alles Wissens Ebenen, die sich ähnlich auch in der Aufteilung der Wissensarten (Frick et al., 2004; Roczen et al., 2013) finden.

Das Modell von Matthies fasst nur vorhandene Modelle zusammen, wurde, nach Kenntnis des Autors, aber bisher nicht empirisch validiert.

#### 5. „Didaktisierung“ der Erkenntnisse der Umweltpsychologie

Aus der umweltpsychologischen Theorie lässt sich für den Physikunterricht also schließen:

Die Vermittlung von Fachwissen ist durchaus ein wichtiger Hebel, um das Umweltverhalten zu beeinflussen. Der Unterricht adressiert dabei sowohl die wahrgenommenen als auch die tatsächlichen Fähigkeiten. Er sollte sich also sowohl auf Handlungsmotivation als auch auf die Präzision (Passafaro et al., 2016), also eine Effektivität des Handelns, auswirken.

Fachwissen ist das Fundament, auf dem weiterer Unterricht zu Handlungskompetenz aufbauen kann.

Welches pädagogisch-didaktische Gebäude auf dieses Fundament aufgebaut werden soll, um tatsächlich vom Wissen zum Handeln zu kommen, wird nun im letzten Teil analysiert.

Laut Bamberg und Möser (2007) beeinflussen Bewusstheit bzw. Wissen die folgenden Konstrukte: Internale Attribution, soziale Normen, Schuld und damit Moralische Normen sowie die Selbstwirksamkeitserwartung.

Der Einfluss von Wissen auf Schuld und Moralische Normen ist besonders groß.

Es ist ratsam diese Konstrukte, die den Zwischenschritt zum Handeln gehen, im Unterricht direkt mitzudenken:

Wird der anthropogene Treibhauseffekt unterrichtet, kann daran unmittelbar die Internale Attribution bzw. Relevanz des eigenen Verhaltens bei Matthies (2005) mit thematisiert werden. Es bietet sich an, direkt die Einflüsse des eigenen Verhaltens auf die Treibhausgasemissionen und damit der Klimaerwärmung aufzuzeigen.

An der Schuld und der moralischen Norm kann ein Blick auf ganze Erdsystem ansetzen. Das menschliche Handeln bewirkt eine globale Störung von seit tausenden Jahren stabilen Gleichgewichtszuständen. Die Thematik der Kippunkte behandelt genau diese Perspektive. Es ist für zukünftige Generationen praktisch unmöglich, etliche dieser Effekte (Abtauen der Eisschilde, Freiwerden von Methan aus dem Permafrost) umzukehren. (Scientists for Future, 2019)

Bei der Beschreibung der Folgen liegt aber auch eine pädagogische Herausforderung. Der Prozess und die Folgen der Klimakrise sind in ihrem vollen Umfang schier unfassbar und beängstigend. Angst wirkt aber NICHT als Motivator:

*“Fear appeals or images of overwhelmingly big problems without effective ways to counter them frequently result in denial, numbing, and apathy, i.e. reactions that control the unpleasant experience of fear rather than the actual threat.” (Moser & Dilling, 2012)*

Herrers Anspruch ist die Dramatik der Folgen ehrlich zu beschreiben, ohne dabei eine „apocalypse fatigue“ (Moser & Dilling, 2012) auszulösen. Um Schuld und Angst aufzufangen, ist ein Ansatz, immer konstruktiv Auswege und mögliche Lösungsansätze aufzeigen.

Gerade bei schon engagierten SuS muss eine weitere negative Emotion berücksichtigt und adressiert werden: Frustration über die Langsamkeit der gesellschaftlichen Maßnahmen. Die SuS erleben das eigene Engagement als wenig wirksam, und verzweifeln angesichts der prognostizierten dramatischen Folgen der resultierenden Erwärmung.

Dieses Dilemma wird man kaum ganz auflösen, denn in der Wissenschaft herrscht Einigkeit, dass die bisher getroffenen Maßnahmen für das 1.5°C Ziel nicht genügen. (Scientists for Future, 2019) Ein Ansatz kann es sein, über in Gruppen erfahrene Selbstwirksamkeitserfahrungen Mut zu schöpfen, und die Wirksamkeit des Engagements zu erhöhen. (Scorza et al., 2021)

Um der Gewohnheit, auch an wissenschaftlich ungenügenden Veränderungen oder Maßnahmen entgegenzutreten, ist eine Option im Unterricht auf der Metaebene die Stabilität von Gewohnheiten im psychologischen Sinne zu thematisieren. Ein Ansatz kann auch ein - von physikalischer Ehrlichkeit geleitetes - Utopiedenken sein: Welche Lösungswege, die sich mit aktueller Technik realisieren lassen, bieten sich an? Unerforschte Technik darf dabei aber nicht zum zukünftigen Heilsbringer oder zur Wunderlösung verklärt werden. Ohne Effizienzsteigerungen und auch Verzicht sind die in Deutschland verfügbaren erneuerbaren Energien nicht ausreichend, um den aktuellen Primärenergiebedarf zu decken. (Holler & Gaukel, 2018)

Neben den engagierten SuS gibt es aber auch Menschen, die die Konsequenzen beiseiteschieben wollen. (Kuthe, 2019) Eine solche Reaktanz (also ein Abblocken) lässt sich dadurch kontern, dass mittels des Handlungs- und Effektivitätswissens (siehe Abb. 3) sofort die Lösungsmöglichkeiten und die Selbstwirksamkeit gesteigert wird. In diesen Situationen sind auch Soziale Normen ein wirkmächtiger Einfluss, den die eigene Klasse ausüben kann. Die Moderation solcher Dynamiken und das ehrliche Anerkennen individueller Interessen (bzw. Emissionsgründe) ist aber von essenzieller Wichtigkeit - im Klassenkontext, wie auch im echten Leben.

Soziale Normen entstehen im gemeinsamen Aushandlungsprozess, der keine Spaltung hervorrufen darf.

Zur Adressierung der Selbstwirksamkeit gibt es zwei Ebenen von Handlungsoptionen: Die Ebene des Individuums und die der Gesellschaft. In diesem Kontext bieten sich hinsichtlich der Effizienz die Konzepte Persönlicher Fußabdruck (Umweltbundesamt et al.,

2022) und Handabdruck (Centre for environmental education, 2022; Klimafakten, 2022) an. (ein Beispiel, das diese beiden Ebenen adressiert in Abb. 8)

Ersterer beschreibt die persönlichen Emissionen, die sich aus den Komponenten des eigenen Lebensstils ergeben. Der Handabdruck nimmt die eigene Wirksamkeit auf Andere, auf externe Einsparprozesse in den Blick.

Beide Ebenen müssen aktiv werden, um zu einer dekarbonisierten Lebensweise zu kommen.

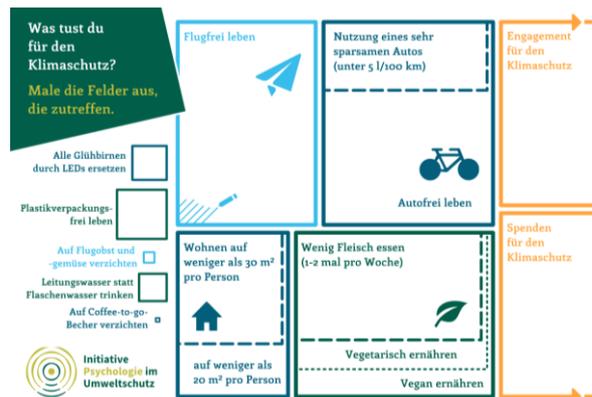


Abb. 8: Die Postkarte "Was tust du für den Klimaschutz?" (Initiative Psychologie im Umweltschutz, 2022)

In Matthies Modell lässt sich jede Phase als Ansatzpunkte für einen handlungsorientierten Unterricht be-greifen.

In den Phase der Normaktivierung und der daraus folgenden Motivation kann Unterricht die Aktivierung der Normen durch die Fachinhalte fundieren: Die oben thematisierten Wissensarten nach Frick et al. (2004) machen auf das Problem mit seinen Folgen aufmerksam (Systemwissen) und weisen auf das Individuum als Mitverursacher der Emissionen hin. Handlungs- und Effektivitätswissen thematisieren dann die Relevanz des eigenen Handelns, sowie die Bewusstheit der eigenen Fähigkeiten.

Motivation kann auch aus dem Eigeninteresse gezogen werden. Denn durch externalisierte Kosten und zeitverzögerte Prozesse, die vielen SuS von Unterricht erst bewusst gemacht werden müssen, hat das aktuelle gesellschaftliche Handeln negative Konsequenzen bzw. Kosten, die die SuS erst in ihrer Zukunft erleben werden.

Die Evaluationsphase schafft einen Rahmen für eine Auseinandersetzung mit Transformationsprozessen: Exemplarische und differenzierte Abwägungsent-scheidungen zu Beispielen des eigenen und gesellschaftlichen Verhaltens zeigen die Komplexität und Diversität der beteiligten Interessen auf. Es stellen sich dabei auch grundlegende Fragen nach der Bewertungsgrundlage: Realistisches Ziel kann nicht ein asketisches Leben ohne jegliche Emissionen sein,

sondern eher ein Gesellschaftsmodell, das Glück bei Minimierung der Emissionen anzustreben versucht.

Nach der Evaluation bildet sich in der Aktionsphase wieder eine Intention, die dann aber an der aktuellen Handlungssituation scheitern kann: Hier kommt der Unterricht an der Stelle an, wo Ziele oder Ansprüche an ein neues System formuliert werden, das dem erklärten Anspruch des 1,5°C Paris Ziel entspricht. Die wissenschaftliche Eindeutigkeit des Problems (Scientists for Future, 2019) erweist sich hier nochmal als schlagkräftiges Argument.

„Die Klimakrise ist nicht ein weiteres Problem auf der Bühne. Sie bedroht die ganze Bühne.“ (Dohm & Schurmann, 2021)



Abb. 9: (Deutsches Klimakonsortium, 2021) nach Anthony Leiserowitz

## 6. Ein neues Paradigma für den Physikunterricht?

Einem Physikunterricht, der weiterhin den Anspruch erfüllen will, die Welt zu erklären, und mündige Bürger:innen auszubilden muss ein neues Paradigma zugrunde liegen:

Um vom Wissen zum Handeln zu kommen, muss sich Unterricht als Ansatz zur Lösung verstehen. Das erfordert systemdenkendes Fachwissen, aber genauso eine Diskussion und Bewertung der individuellen und gesellschaftlichen Handlungsoptionen.

Anhand der im Artikel beschriebenen theoretischen Grundlagen wird aktuell vom Autor ein zweitägiges



Abb. 10: Logo Labs4Future Schülerlabor

Schülerlabor Labs4Future für SuS der 9. Klasse entwickelt.

Dabei wird versucht, die hier gestellten Ansprüche und Ziele sowohl in Grundkonzeption als auch in den konkreten Stationen bzw. Lernaktivitäten umzusetzen.

Das Schülerlabor wird mit einem mixed-methods Ansatz beforscht. In einer quantitativen Studie im Pre-Post-Follow-Up Design sollen die durch Labs4Future gewonnene Fachwissenszunahme (Wackermann et al., 2021) und die Veränderung der Umwelthaltung (Baierl et al., 2022) untersucht werden. Weiterhin wird in leitfadengestützten Interviews (Mayring, 2008) mit anhand der Daten ausgewählten SuS, der Versuch unternommen, die didaktischen Ideen zu validieren. Ziel ist die Entwicklung einer Handreichung, die die Konstrukte der Umweltpsychologie anhand von Planungstipps und Materialien für den Unterricht umsetzt.

Die gesellschaftliche Transformation wird ohne klimakompetente Schülerinnen und Schüler nicht gelingen. Widmen wir uns also dieser Aufgabe!

## 7. Literatur

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Baierl, T.-M., Kaiser, F. G. & Bogner, F. X. (2022). The supportive role of environmental attitude for learning about environmental issues. *Journal of Environmental Psychology*, 81, 101799. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101799>
- Bamberg, S. (2013). Changing environmentally harmful behaviors: A stage model of self-regulated behavioral change. *Journal of Environmental Psychology*, 34, 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.01.002>
- Bamberg, S. & Möser, G. (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.002>
- Bormann, I. & Haan, G. de. (2008). *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde* (1. Aufl.). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Centre for environmental education. (2022). *Handprint : Positive Actions Towards Sustainability*. [https://www.handprint.in/the\\_handprint\\_idea](https://www.handprint.in/the_handprint_idea)
- Chiari, S., Völler, S. & Mandl, S. (2016). Wie lassen sich Jugendliche für Klimathemen begeistern? Chancen und Hürden in der Klimakommunikation. *GW-Unterricht, 1*, 5–18. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht141s5>
- Deutsches Klimakonsortium. (September 2021). *Die Deutsche Klimaforschung Informiert: Kompaktinformation aus der Klimaforschung*. [https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user\\_upload/pdfs/Publikationen\\_DKK/Deutsche\\_Klimaforschung\\_informiert\\_zum\\_Klimawandel.pdf](https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/Deutsche_Klimaforschung_informiert_zum_Klimawandel.pdf)
- Dohm, L. & Schurmann, S. (2021). *Die Klimakrise ist nicht ein weiteres Problem auf der Bühne. Sie bedroht die ganze Bühne*. <https://uebermedien.de/62847/die-klimakrise-ist-nicht-ein-weiteres-problem-auf-der-buehne-es-bedroht-die-ganze-buehne/>
- UN environment programme. (2022). *The Montreal Protocol*. <https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>
- FAZ/dpa. (2022). *G7 mit „konkreten Vereinbarungen“ zum Kohleausstieg*. FAZ. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/g7-mit-konkreten-vereinbarungen-zum-kohleausstieg-laut-steffi-lemke-18062013.html>
- Frick, J., Kaiser, F. G. & Wilson, M. (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: exploring prevalence and structure in a representative sample. *Personality and Individual Differences, 37*(8), 1597–1613. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2004.02.015>
- Geiger, S. M., Geiger, M. & Wilhelm, O. (2019). Environment-Specific vs. General Knowledge and Their Role in Pro-environmental Behavior. *Frontiers in psychology, 10*, 718. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00718>
- Holler, C. P. a. & Gaukel, J. P. a. (2018). *Erneuerbare Energien: Ohne Heiße Luft / Christian Holler, Joachim Gaukel*.
- Initiative Psychologie im Umweltschutz. (2020). *Psychologie des sozial-ökologischen Wandels*. <https://www.va-bne.de/index.php/en/veranstaltungen/312-psychologie-des-sozial-oekologischen-wandels>
- Initiative Psychologie im Umweltschutz. (2022). *Die Postkarte "Was tust du für den Klimaschutz?"*. <https://ipu-ev.de/postkarte/>
- IPCC (2019). *Global Warming of 1.5°C.: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change: Summary for Policymakers*.
- ISB. (2022). *Lehrplan Gymnasium – Physik – 9.Klasse*. RL: <https://www.lehrplan-plus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/9/physik>
- Johnson, H. M. & Seifert, C. M. (1994). Sources of the continued influence effect: When misinformation in memory affects later inferences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20*(6), 1420–1436. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.20.6.1420>
- Klimafakten. (2022). *"Handabdruck" statt "Fußabdruck" - ein Konzept für mehr Optimismus im Klimaschutz?* [klimafakten.de](https://www.klimafakten.de). <https://www.klimafakten.de/meldung/handabdruck-statt-fussabdruck-ein-konzept-fuer-mehr-optimismus-im-klimaschutz>
- Kuthe, A. (2019). How many young generations are there? - A typology of teenagers' climate change awareness in Germany and Austria.
- Lewandowsky, S., Cook, J. & Lombardi, D. (2020). *Debunking Handbook 2020*. <https://doi.org/10.17910/b7.1182>
- Matthies, E. (2005). Wie können PsychologInnen ihr Wissen besser an die PraktikerIn bringen? Vorschlag eines neuen integratives Einflusschemas umweltbewussten Alltagshandelns. *Umweltpsychologie, 9*(1), 62–81.
- Mayring, P. (Hrsg.). (2008). *Pädagogik. Die Praxis der qualitativen Inhaltsanalyse* (2. Aufl.). Beltz.
- Moser, S. C. & Dilling, L. (2012). *Communicating Climate Change: Closing the Science-Action Gap*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199566600.003.0011>
- Müller, F. (2022). *Graphik Planetare Grenzen: Planetare Belastungsgrenzen 2022*. Wikimedia. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planetare\\_Belastungsgrenzen\\_2022.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planetare_Belastungsgrenzen_2022.png) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

- Passafaro, P., Bacciu, A., Caggianelli, I., Castaldi, V., Fucci, E., Ritondale, D. & Trabalzini, E. (2016). Measuring individual skills in household waste recycling: Implications for citizens' education and communication in six urban contexts. *Applied Environmental Education & Communication*, 15(3), 234–246.  
<https://doi.org/10.1080/1533015X.2016.1181016>
- Reid, W. V., Chen, D., Goldfarb, L., Hackmann, H., Lee, Y. T., Mokhele, K., Ostrom, E., Raivio, K., Rockström, J [J.], Schellnhuber, H. J. & Whyte, A. (2010). Environment and development. Earth system science for global sustainability: grand challenges. *Science (New York, N.Y.)*, 330(6006), 916–917.  
<https://doi.org/10.1126/science.1196263>
- Roczen, N., Kaiser, F., Bogner, F. & Wilson, M. (2013). *A competence model for environmental education*.
- Schwartz, S. H. (1977). Normative Influences on Altruism. In *Advances in Experimental Social Psychology*. *Advances in Experimental Social Psychology Volume 10* (Bd. 10, S. 221–279). Elsevier.  
[https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60358-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60358-5)
- Scientists for Future (2019). The concerns of the young protesters are justified: A statement by Scientist for Future concerning the protests for more climate protection.
- Scorza, D. C., Lesch, P. H., Strähle, M. & Sörgel, D. (2021). *Handbuch Klimakoffer: Der Klimawandel: verstehen und handeln: Ein Bildungsprogramm für Schulen der Fakultät für Physik der LMU München*. Mit Experimenten im Klimakoffer.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J [Johan], Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., Vries, W. de, Wit, C. A. de, Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. (2015). Sustainability. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science (New York, N.Y.)*, 347(6223), 1259855.  
<https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Stoevesandt, B. (2019). *Science for Future*. 36C3.  
[https://media.ccc.de/v/36c3-10991-science\\_for\\_future](https://media.ccc.de/v/36c3-10991-science_for_future)
- Tasquier, G. & Pongiglione, F. (2017). The influence of causal knowledge on the willingness to change attitude towards climate change: results from an empirical study. *International Journal of Science Education*, 39(13), 1846–1868.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1355078>
- Umweltbundesamt. (2021). *Repräsentativumfrage zum Umweltbewusstsein und Umweltverhalten im Jahr 2020: Klimaschutz und sozial-ökologische Transformation*.
- Umweltbundesamt, Klimaktiv & ifeu. (2022). *CO<sub>2</sub> Fußabdruck Rechner*. [https://uba.co2-rechner.de/de\\_DE/](https://uba.co2-rechner.de/de_DE/)
- United Nations. (2022). *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- Wackermann, R., Schubatzky, T., Wöhlke, C., Haagen-Schützenhöfer, C., Lindemann, H. & Cardinal. Kai. (2021). *Ergebnisse der Item-Entwicklung für einen Klimawandel-Konzepttest*. *GDCP Tagungsband*.
- Watzlawick, P., Beavin, J. & Jackson, D. (1969). *Menschliche Kommunikation*. Huber.