

# LEITFADEN ZUR STROMSPAR-CHALLENGE

IDEEN ZUR DURCHFÜHRUNG EINES SELBSTEXPERIMENTES IN DEN  
STUDIERENDENWOHNANLAGEN AUGUSTIN-BEA-HAUS UND REINHOLD-SCHNEIDER-HAUS  
IN KARLSRUHE



Inhaltlich verantwortlich:

Helmut Bauer (Kapitel 3.5-3.7, Hintergrundmaterial)

Jennifer Comes (Kapitel 2, Hintergrundmaterial)

Alina Wiedenmann (Kapitel 1, Kapitel 3.1-3.4, 3.7-3.10, Hintergrundmaterial)

Karlsruhe, 17.02.2021

Kontaktdaten der Verfasser\*innen:

helmut.bauer@student.kit.edu

jennifer.comes@stud.ph-karlsruhe.de

alina.wiedenmann@stud.ph-karlsruhe.de

Diese Arbeit entstand im Rahmen des Projektseminars: „Werde Solar-Coach – ein transdisziplinäres Projektseminar“ am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) gemeinsam mit der Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK), Vertreter\*innen der Studierendenwohnheime Augustin-Bea-Haus (ABH) sowie Reinhold-Schneider-Haus (RSH), dem Projekt Klimaschutz gemeinsam wagen und dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse sowie der Karlsruher Schule der Nachhaltigkeit.

Die Veranstaltung ist Teil von Energietransformation im Dialog, ein Projekt der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren.



Dozenten: Marius Albiez, Volker Stelzer, Richard Beecroft

This work by Helmut Bauer, Jennifer Comes and Alina Wiedenmann is licensed under CC BY-NC-SA 4.0.

To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Energiewende</b> .....	<b>1</b>
1.1	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Strommix .....	1
1.2	Nachhaltige Energieversorgung .....	2
1.3	Wie kann ein aktiver Beitrag zur Energiewende aussehen? .....	3
<b>2</b>	<b>Hintergrundwissen Selbstexperimente</b> .....	<b>5</b>
2.1	Die Bedeutung von Selbstexperimenten .....	5
2.2	Psychologische Aspekte .....	6
2.3	BNE-Kompetenzen .....	8
<b>3</b>	<b>Durchführung der Stromspar-Challenge</b> .....	<b>9</b>
3.1	Vorbereitungswoche .....	10
3.2	Zeitraum.....	10
3.3	Gegebenheiten Wohnanlage.....	11
3.4	Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch.....	11
3.5	Kontrolle.....	15
3.6	Prozessbegleitung.....	15
3.7	Belohnung.....	16
3.8	Weiterführung der Verhaltensänderungen.....	16
<b>4</b>	<b>Hintergrundmaterial</b> .....	<b>18</b>
4.1	Idee zum Ablauf der Stromspar-Challenge (Kurzfassung).....	18
4.2	Weitere Tipps zum Stromsparen im Bereich Wohnen .....	19
4.3	Gamification .....	19
4.4	Berechnung der persönlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	20
4.5	Ersparnis visualisieren .....	20
4.6	Auswahl an Karlsruher Initiativen und Projekten .....	21
4.7	Solarbox.....	22
4.8	Technik erfahrbar machen – Solarlampe selber bauen .....	25
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	

### 1 Die Energiewende

Eine Hauptursache des Klimawandels ist die Energieversorgung, da diese mit hohen Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) verbunden ist (Edenhofer et al. 2012, S. 164). Etwa zwei Drittel der globalen THG-Emissionen sind auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung für Wärme, Strom, Verkehr und Industrie zurückzuführen. Auch in Europa sind die Energieprozesse hauptverantwortlich für die Emission von Treibhausgasen: 2015 machten diese 78 % der gesamten EU-Emissionen aus (European Environment Agency 2020). Um dem Klimawandel zu begegnen ist eine Transformation des Energiesektors nötig (Edenhofer et al. 2012).

Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie setzt den Fokus der Energiepolitik auf die Energieeffizienz und damit die Reduktion des Energieverbrauchs. Gleichzeitig muss der Ausbau der erneuerbaren Energien deutlich erhöht werden, um die Klimaschutzziele im Energiesektor zu erreichen (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2018, S. 29 f.).

#### 1.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen im Strommix

Die hohen THG-Emissionen der Energieversorgung sind vor allem auf den Einsatz fossiler Energieträger zurückzuführen (Edenhofer et al. 2012, S. 164). Eine wichtige Komponente der Energiewende, ist die Transformation des Stromsektors. Um die Emissionsintensität des Stromverbrauchs zu berechnen ist es sinnvoll, die Zusammensetzung des Strommixes zu betrachten. Hierfür kann die Informationsgrafik der Stadtwerke Karlsruhe (Abb. 1) herangezogen werden. Der Grafik ist zu entnehmen, dass der Strommix „Ökostrom“ CO<sub>2</sub>-neutral ist. Der „BasisStrom“-Tarif ist mit CO<sub>2</sub>-Emissionen von 244 g/kWh verbunden. Im deutschlandweiten Vergleich liegen die Emissionswerte der Stadtwerke deutlich unter dem Durchschnitt. Eine weitere Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Stromverbrauch ist möglich, wenn ein Tarifwechsel zum Ökostrom stattfindet.

Stromkennzeichnung der Stadtwerke Karlsruhe (Bezugsjahr 2019) [%]

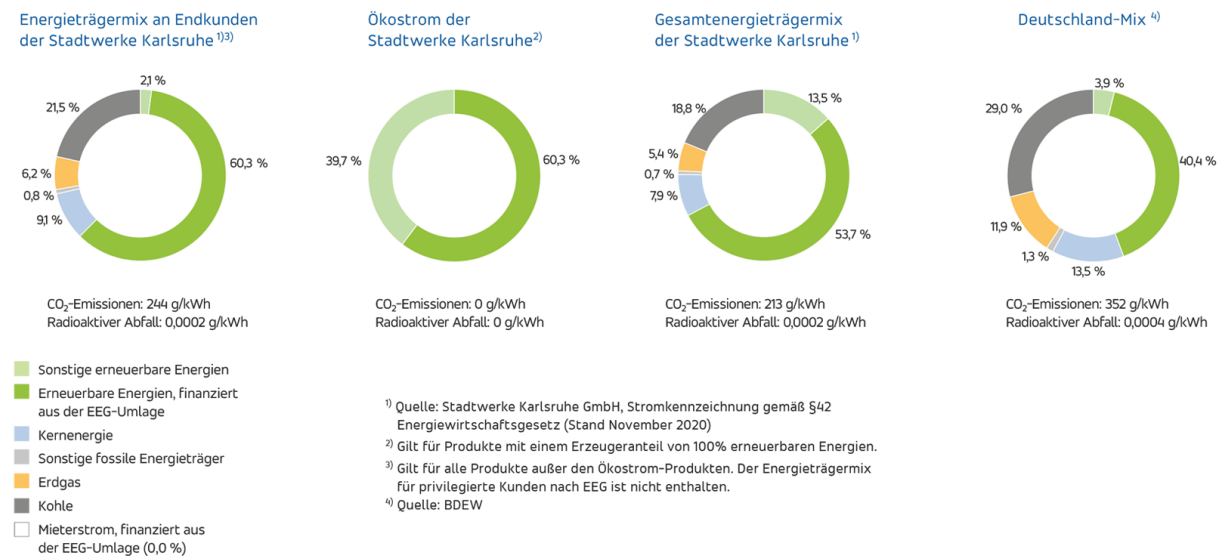


Abbildung 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Stromtarif (Stadtwerke Karlsruhe 2020)

## 1.2 Nachhaltige Energieversorgung

Eine nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der heute lebenden Menschen zu befriedigen ohne den zukünftig lebenden Menschen die Möglichkeit zu nehmen, „ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (Definition der World Commission on Environment and Development (WCED) nach Hauff 1987).

Die Energieversorgung soll daran angelehnt sicher, wirtschaftlich und umweltfreundlich sein. Die ökologische Tragfähigkeit der Erde ist die Grundlage für alle menschlichen Handlungen und Aktivitäten. Die Energiesysteme müssen verantwortungsvoll mit den natürlichen Ressourcen umgehen, um so die Lebensgrundlage in Zukunft lebender Menschen zu erhalten (Klaus et al. 2009, S. 10).

Der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen in der Energieversorgung ist auf verschiedene Weisen möglich. Im Bereich der Stromversorgung sind der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Senkung der Stromnachfrage die maßgeblichen Instrumente (Klaus et al. 2009, S. 3). Bei der Reduktion der Stromnachfrage spielen zwei Nachhaltigkeitsstrategien eine wesentliche Rolle: Die Effizienz und die Suffizienz.

Effiziente Nutzung zeichnet sich durch die Reduzierung des Energieverbrauchs je Einheit hergestellter Güter oder Dienstleistung aus (Jörissen 1999, S. 5). Ein praktisches

Beispiel dafür wäre, die Waschmaschine oder den Geschirrspüler nicht halbvoll einzuschalten (Hutter et al. 2018, S. 308). Die eingesetzte Energie würde den maximal möglichen Nutzen erzielen und somit effizient genutzt werden. Effizienz kann auch durch die Weiterentwicklung und Optimierung technischer Geräte erzielt werden. So verbraucht ein Kühlschrank der Effizienzklasse A weniger Strom als jener der Klasse F. Diese Effizienzerhöhung kann aber auch dazu führen, dass dennoch mindestens genauso viel Strom wie zuvor verbraucht wird. Das ist häufig der Fall, wenn das effizientere Gerät häufiger genutzt wird, eben weil es sparsamer geworden ist (Davis 2014). Dieses Verhalten wird in Kapitel 2.2 (Rebound-Effekt) genauer erklärt.

Die Effizienzstrategie ist vor allem zielführend im Bereich der Energienutzung, wenn sie mit der Suffizienzstrategie verknüpft wird. Die Suffizienzstrategie setzt die Verbrauchsverringerung durch Verhaltensänderung in den Fokus. Zentral dabei ist zu hinterfragen, was für uns selbst genug bedeutet (Linz 2004, S. 10). Beispielsweise wird bei einem Spieleabend mit den Mitbewohner\*innen (in der Regel) deutlich weniger Strom verbraucht als bei einem Serienmarathon. So muss Suffizienz nicht unbedingt bedeuten, auf etwas verzichten zu müssen, sondern kann Ansätze liefern, Ressourcen schonend und maßvoll zu nutzen, ohne die Lebensqualität einzuschränken (ebd.).

Daran soll deutlich werden, dass die Energiewende nicht allein von Investitionen in Energienetze oder erneuerbare Energien abhängt. Die persönlichen Gewohnheiten und Nutzungsänderungen können einen wesentlichen Beitrag leisten (Hutter et al. 2018, S. 308).

### 1.3 Wie kann ein aktiver Beitrag zur Energiewende aussehen?

Vielen Menschen ist die Dringlichkeit der Energiewende bekannt. Auch der Wunsch, diese aktiv mitzugestalten ist bei einigen Menschen vorhanden. Den richtigen Zugang zu finden, scheint jedoch eine Herausforderung zu sein (Michelsen et al. 2015). Im Folgenden werden einige Beispiele gezeigt, wie ein aktiver Beitrag aussehen könnte (in Anlehnung an Michelsen et al. 2015, ergänzt durch eigene Ideen).

**Informieren:** Der erste Schritt einen Zugang zum Thema zu finden, ist in der Regel sich über die gegebenen Chancen und Herausforderungen zu informieren. Beim Einstieg in das Thema könnte dieser Leitfaden und die hier aufgeführte Literatur unterstützen. Weitere Informationen zum Thema liefert das Projekt „Energietransformation

im Dialog“ vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am KIT. Die Informationen rund um die Energietransformation werden u.a. auf der Internetseite des Projektes sowie auf den Social-Media-Kanälen YouTube und Instagram kommuniziert. Darüber hinaus gibt es am KIT für Studierende sowie Gasthörer\*innen die Möglichkeit, an Seminaren oder Vorlesungen zum Thema Energiewende teilzunehmen. Es lohnt sich zu oder vor Beginn des Semesters das Programm des Zentrums für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale (ZAK) auf dessen Internetseite anzuschauen.

**Verbrauch reduzieren:** Eine unmittelbare Wirkung hat die Reduktion des persönlichen Energieverbrauchs und damit die Verminderung der THG-Emissionen. Durch Verhaltensänderungen kann im Sinne der Effizienz- und Suffizienzstrategien ein Beitrag zur Energiewende geleistet werden. Konkrete Tipps zur Umsetzung finden sich in Kapitel 3 sowie Kapitel 4.2.

**Engagieren:** Neben der individuellen Ebene können auch Prozesse im Kollektiv erfolgen oder angestoßen werden. Gespräche im eigenen Umfeld und damit die Verbreitung des Themas können dabei helfen, andere Menschen für die Energiewende zu sensibilisieren. Politisches Engagement durch die Teilnahme an Demonstrationen, die Unterzeichnung von Petitionen oder eine Kontaktaufnahme zu Politiker\*innen trägt dazu bei, Entscheidungsträger\*innen (vermehrt) auf die Dringlichkeit der Herausforderungen hinzuweisen. Zudem gibt es in Karlsruhe einige Initiativen, die sich mit der Thematik beschäftigen und sich für einen gesellschaftlichen Wandel einsetzen. Dazu zählen beispielsweise die Karlsruher Initiative zur nachhaltigen Energiewirtschaft (kine e.V.) oder die Fridays/Students for Future-Bewegungen. Auch die Teilnahme an Seminaren (siehe oben), wie beispielsweise der Unterstützung des Dialogprozesses, ermöglicht aktives Engagement.

**Geld investieren:** Bei der Anschaffung neuer Geräte ist es sinnvoll, auf deren Energieklasse zu achten. Im größeren Stil und mit etwas höherem Budget ist die Investition in eine Solaranlage oder ein Balkonmodul denkbar. Auch der Wechsel des Stromtarifs zu Natur- oder Ökostrom leistet einen Beitrag zur Energiewende.



## 2 Hintergrundwissen Selbstexperimente

Auch wenn es zahlreiche Möglichkeiten gibt, einen aktiven Beitrag zu leisten, scheint der Schritt zum Handeln oft eine Herausforderung zu sein. Warum und wie genau dieser Start durch Selbstexperimente erleichtert werden kann, wird nun in diesem Kapitel erläutert. Außerdem wird darauf eingegangen, wie die Motivation der Teilnehmenden gesteigert werden kann und welche BNE-Kompetenzen durch die Teilnahme an dem Projekt bei den Studierenden gefördert werden.

### 2.1 Die Bedeutung von Selbstexperimenten

Seit Jahrzehnten steigen die Umweltprobleme an und die Menschen werden mit globalen Krisen wie dem Klimawandel, Mikroplastik oder der Corona-Pandemie konfrontiert. Gleichzeitig ist jedoch auch das Umweltbewusstsein der Menschen angestiegen (Bauske & Kaiser 2019) und das Thema Umwelt- und Klimaschutz stand im Bezug zur Wichtigkeit 2019 in Deutschland sogar an erster Stelle (BMU 2021a).

Doch hohes Umweltbewusstsein und das Wissen über Ursachen und Lösungen führt nicht zwangsläufig zum Umwelthandeln (De Haan & Kuckartz 1998). Es gibt viele verschiedene Barrieren, die den Menschen vom nachhaltigen Handeln abhalten können.

Selbstexperimente bzw. Selbstverpflichtungen bieten eine gute Möglichkeit, diese Barrieren zu überwinden, dies hat sich auch speziell im Bereich Stromsparen in Haushalten gezeigt (Abrahamse et al. 2005).

Das soziale Umfeld beeinflusst das individuelle Umweltverhalten. Bei einer kollektiven Selbstverpflichtung, also z.B., wenn ein ganzes Wohnheim versucht Energie einzusparen, entsteht ein Gemeinschaftsgefühl und ein gegenseitiges Vertrauen, wodurch die Tragik der Allmende vermieden werden kann (Bruppacher 2008). Wichtig ist hier jedoch ein regelmäßiger Austausch untereinander. Dieser Austausch motiviert und zeigt den Teilnehmenden, dass sie nicht die einzigen sind, die etwas tun. Außerdem kann auch über auftretende Probleme gesprochen und sich gegenseitig geholfen werden.

Bei Selbstexperimenten besteht ebenfalls die Möglichkeit, dass sich die Motivation von außen nach innen verschiebt. Also, dass die Teilnehmenden nicht nur den anderen gerecht werden wollen, sondern auch sich selbst. Sie wollen ihr Versprechen halten und ihr Ziel erreichen (Clayton & Myers 2009).

Studien haben gezeigt, dass das umweltfreundliche Verhalten oft auch noch nach der Beendigung der Verpflichtung aufrechterhalten wird (Scheuthle & Kaiser 2008). So haben Selbstexperimente das Potenzial, die Gewohnheiten der Teilnehmenden langfristig zu verändern. Dafür ist es jedoch wichtig, dass Wissen, Wollen und Können vorhanden sind (Bruppacher 2008), also dass personenbezogene und situationsbezogene Barrieren abgebaut werden.

### 2.2 Psychologische Aspekte

In diesem Kapitel werden psychologische Aspekte erläutert, die die Wirkung von Selbstexperimenten beeinflussen bzw. die Teilnehmenden motivieren können.

#### **Zielsetzung**

Das Ziel sollte konkret formuliert werden (z.B. wie viel Prozent Strom eingespart werden soll) und hoch, aber auch realistisch sein (Hamann et al. 2016).

#### **Freiwilligkeit**

Die Teilnahme an der Challenge sollte für alle freiwillig sein, damit es zu keiner negativen, demotivierenden Stimmung kommt und Trotzreaktionen vermieden werden (Hamann et al. 2016).

#### **Öffentliche Selbstverpflichtung**

Wenn die Ergebnisse des Selbstexperiments z.B. in der Zeitung veröffentlicht werden, fühlen sich die Teilnehmenden stärker verpflichtet, Strom einzusparen (Pallak et al. 1980). Menschen haben das Verlangen, in ihrem Verhalten konsistent zu sein und zu erscheinen (Bator & Cialdini 2000).

#### **Spezifische Informationen bereitstellen**

Spezifische Informationen sorgen eher dafür, dass sich die Teilnehmenden umweltbewusst verhalten (Daamen et al. 2001). Daher sollten die Informationen an die Gegebenheiten im Wohnheim angepasst werden.

#### **Stetiges Feedback geben**

Durch eine regelmäßige Rückmeldung (z.B. 3x die Woche) können die Teilnehmenden motiviert werden. Verstärkt wird der Effekt noch durch eine soziale Belohnung oder Bestrafung, z.B. durch einen fröhlichen oder traurigen Smiley, wobei Belohnungen immer besser sind als Bestrafungen, da so negative Emotionen vermieden werden. Das

Feedback wirkt besser, je öfter es gegeben wird, da so die Erfolge direkt mit der Verhaltensänderung in Verbindung gebracht werden können und die Motivation aufrechterhalten wird (Hamann et al. 2016).

### **Belohnung**

Neben den Smileys als Feedback ist auch eine materielle Belohnung möglich, um die Studierenden zu motivieren. Die Belohnung sollte möglichst zeitnah zum Verhalten gegeben werden und darf nicht zu groß oder zu klein ausfallen (Hamann et al. 2016).

### **Prompts**

Damit die Bewohner\*innen immer wieder an die Challenge erinnert werden und nicht in alte Gewohnheitsmuster fallen, können sogenannte Prompts benutzt werden. Das sind kleine Sticker oder Klebezettel, die auf das richtige Verhalten hinweisen und z.B. an den Lichtschalter angebracht werden können. Wichtig ist hier, dass die Nachricht höflich formuliert wird und „das korrekte Verhalten anspricht, z.B. „Bitte das Licht ausschalten“ anstatt „Bitte nicht das Licht anlassen““ (Hamann et al. 2016, S. 68).

### **Gamification**

Gamification, also das Nutzen spielerischer Elemente bei einer eigentlich ernsten Aufgabe (Dudenverlag 2021) ist eine weitere Möglichkeit, die Motivation der Teilnehmenden zu steigern (Gustafsson et al. 2009). Hier können z.B. spezielle Apps (z.B. Joule-Bug, hee!) oder Internetseiten (z.B. [www.klimacoach-rlp.de](http://www.klimacoach-rlp.de)) genutzt werden.

### **Rebound-Effekt**

Oft treten bei der Energieeinsparung Rebound-Effekte auf, das bedeutet, dass die Strom- und Kosteneinsparungen durch ein verändertes Verhalten wieder aufgehoben werden. Dabei wird zwischen dem direkten und dem indirekten Rebound-Effekt unterschieden (BMU 2021).

- Direkter Rebound-Effekt: Man kauft sich ein energieeffizientes Gerät und nutzt dieses dann aber mehr, da es ja so wenig Energie verbraucht.
- Indirekter Rebound-Effekt: Mit dem eingesparten Geld des energieeffizienten Gerätes kauft man sich neue Elektrogeräte oder macht eine Flugreise, etc.

Um Rebound-Effekte zu vermeiden ist es wichtig, neben der Effizienz auch die Konsistenz und Suffizienz zu stärken (Schriefl 2008). Die Teilnehmenden sollten motiviert und dabei unterstützt werden, einen suffizienteren Lebensstil anzustreben sowie ökologische bzw. nachhaltige Produkte zu erwerben.

### 2.3 BNE-Kompetenzen

Ein wichtiger Aspekt in der Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) ist die Gestaltungskompetenz, die den Menschen dazu befähigen soll, eigenverantwortlich die Welt mitzugestalten. Zu dieser Gestaltungskompetenz hat der deutsche Bildungsforscher Gerhard de Haan zwölf Teilkompetenzen herausgearbeitet, von denen hier drei näher erläutert werden, die durch die Teilnahme an dem Selbstexperiment besonders gefördert werden (De Haan et al. 2008).

#### **Teilkompetenz 6: Zielkonflikte bei der Reflexion über Handlungsstrategien berücksichtigen**

Durch die Teilnahme am Projekt lernen die Bewohner\*innen die Hintergründe der Energiewende und konkrete Handlungsmöglichkeiten in diesem Bereich kennen. Dadurch können sie Handlungsentscheidungen im Bereich Stromsparen und Solarenergie treffen bzw. rechtfertigen und so ihre eigene Zukunft und die künftiger Generationen positiv beeinflussen. Weiterhin werden sie mit Entscheidungsdilemmata konfrontiert und lernen mit diesen umzugehen.

#### **Teilkompetenz 8: Sich und andere motivieren können, aktiv zu werden**

Die Teilnehmenden lernen Möglichkeiten kennen, selbst und gemeinschaftlich aktiv zu werden. Im besten Fall motivieren sie sich selbst und andere auch noch über das Projekt hinaus und können so als Multiplikator\*innen wirken.

#### **Teilkompetenz 11: Selbstständig planen und handeln können**

Die Studierenden können durch selbstständiges Handeln ihren Alltag nachhaltiger gestalten. Dabei entdecken sie ihre persönlichen Bedürfnisse und Interessen und müssen lernen, diese möglichst mit einer nachhaltigen Lebensweise in Einklang zu bringen.

Durch die Teilnahme an der Challenge erhalten sie wichtige theoretische und praktische Grundlagen, um in ihrem späteren Leben, wenn sie mehr Entscheidungsfreiheit haben, z.B. bei dem Kauf von Elektrogeräten oder auch bei der Planung des Eigenheims, die Aspekte der Nachhaltigkeit zu berücksichtigen.

### 3 Durchführung der Stromspar-Challenge

Wie in Kapitel 2.1 dargestellt, können Selbstexperimente dazu beitragen die Lücke zwischen Wissen und Handeln zu schließen. Das konkrete Ziel dieses Selbstexperimentes ist, den Stromverbrauch möglichst stark zu reduzieren.

Die Durchführung eines Selbstexperiments bietet sich in Studierendenwohnheimen besonders an, da häufig bereits eine gute Vernetzung zwischen den Bewohner\*innen gegeben ist. Gemeinsam kann so ein Beitrag zur Energiewende geleistet werden. In der Regel fallen Verhaltensänderungen leichter, wenn sie im Kollektiv ausprobiert werden und während des Prozesses ein Austausch stattfinden kann.

Konkret sollen die Bewohner\*innen des Augustin-Bea-Hauses und des Reinhold-Schneider-Hauses gegeneinander antreten. Die Bewohner\*innen des Hauses, in welchem prozentual mehr Strom eingespart wird, gewinnt. Dies kann durch die Reduktion des Stromverbrauchs oder das Beziehen von Solarenergie erfolgen.

Als Anreiz an den Selbstexperimenten teilzunehmen ist zum einen der Beitrag zur Energiewende. Dieser Beitrag ist jedoch wenig sichtbar, daher könnten die eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen die Ersparnis visualisieren (siehe Kapitel 4.5). Zum anderen könnte das Gewinnen des Wettbewerbs und die Aussicht auf die Belohnung in Form eines Preises die Bewohner\*innen motivieren, an dieser Stromspar-Challenge teilzunehmen. Um den Anreiz zu verstärken, wäre es sinnvoll auch den möglichen Preis vorzustellen (Ideen siehe Kapitel 3.9).

Das Thema Stromsparen wurde für dieses Selbstexperiment gewählt, da dieses eine Vielzahl an Einflussmöglichkeiten liefert und gleichzeitig einen Beitrag zur Energiewende leisten kann. Weitere Bereiche der Energiewende sind in Kapitel 3.10 aufgeführt.

Ideen zur Durchführung des Experiments werden im Folgenden erläutert. Eine Kurzfassung ist im Hintergrundmaterial (siehe Kapitel 4.1) aufgeführt.

### 3.1 Vorbereitungswoche

Damit alle Teilnehmenden der Stromspar-Challenge etwa den gleichen Wissenstand haben und somit annähernd faire Bedingungen geschaffen werden, sollte dem Selbstexperiment eine Vorbereitungswoche vorausgehen. In dieser Woche kann sich gemeinsam oder individuell durch das zur Verfügung gestellte Material in das Thema Stromsparen eingefunden werden. Dazu wäre es sinnvoll, allen Bewohnenden diesen Leitfaden sowie weiterführende Informationen bereit zu stellen. Des Weiteren ist es wichtig, die konkreten Rahmenbedingungen der Challenge zu kommunizieren. Dazu gehören v.a. die Festlegung des Zeitraumes und die Kontrolle des Verbrauchs (siehe Kapitel 3.4).

Zusätzlich könnten in der Vorbereitungswoche Spiele- und Filmeabende stattfinden. Ein Film zum Thema Nachhaltigkeit oder Energieversorgung bietet die Möglichkeit eines leichten Einstiegs in die Thematik. Die Durchführung eines Planspiels im Rahmen eines Spieleabends kann gemeinschaftliches Handeln stärken. Dazu ist eine Recherche zu öffentlich zugänglichen Filmen und Planspielen im Vorfeld sinnvoll. Sollte die Durchführung mit genug Vorlaufzeit geplant werden, könnten zeitintensivere Programmpunkte geplant werden. Beispielsweise wäre es denkbar, Karlsruher Initiativen zu Energie- und Nachhaltigkeitsthemen einzuladen. Beispiele hierzu finden sich in Kapitel 1.4. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, jeden Tag ein anderes Themenfeld (siehe Kapitel 3.4) in den Fokus zu stellen und passend zu diesem Thema Aktionen zu planen.

### 3.2 Zeitraum

Der Zeitraum ist an sich frei wählbar. Sinnvoll wäre die Dauer von mindestens einer Woche und nicht länger als vier Wochen, um Verhaltensänderungen zu etablieren und gleichzeitig die Motivation aufrecht zu erhalten. Der Zeitpunkt sollte zudem sinnvoll gewählt werden (außerhalb der Prüfungsphase und der vorlesungsfreien Zeit, bspw. zu Beginn des Semesters).

### 3.3 Gegebenheiten Wohnanlage

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die für die Challenge relevanten Parameter gegeben. Da sich die Fenster auf der Ost- bzw. Westseite des Gebäudes befinden, ist die Einstrahlung der Sonne in den oberen und unteren Etagen vor dem Start der Challenge zu messen. Dies ist erforderlich, um zu prüfen ob der Akkupack durch die Solarzelle an einem Tag ausreichend geladen werden kann.

Tabelle 1: Gegebenheiten der beiden Wohnheime (Augustin-Bea-Haus und Reinhold-Schneider-Haus)

	<b>Augustin-Bea-Haus</b>	<b>Reinhold-Schneider-Haus</b>
<b>Bewohner*innen</b>	146	112
<b>Ausrichtung der Fenster</b>	Ost- und Westfassade	Ost- und Westfassade
<b>Heizung</b>	Fernwärme	Fernwärme

Die beiden Häuser verwenden zum Heizen Fernwärme. Da für die Heizung kein Strom verwendet wird, ist die Dämmung der beiden Häuser nicht für die Challenge relevant, sondern nur das Nutzungsverhalten der Bewohner\*innen bei elektrisch betriebenen Verbrauchern.

### 3.4 Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch

Im Folgenden sind einige Ideen aufgeführt, wie die Studierenden ihren Stromverbrauch in den verschiedenen Bereichen des Alltags senken können. Darüber hinaus gibt es noch viele weitere Möglichkeiten (siehe Kapitel 4.2). Ziel des Selbstexperimentes ist es auch, im Sinne der BNE, eigene Ideen zu entwickeln und aktiv zu werden.

#### **Küche**

##### Kühlschrank

Da sich Luft schneller aufwärmt, ist ein leerer Kühlschrank weniger effizient als ein gefüllter. Vor allem ist das Kühlgut, welches sich beim Öffnen der Kühlschranktür nicht so schnell aufwärmt, wie ein Kühlakku. Zu beachten ist, dass für das Abkühlen des Kühlgutes Energie benötigt wird. Wird ein Kühlschrank, der bisher nur zur Hälfte befüllt war, durch zusätzliches Kühlgut ergänzt, wird die Energieersparnis erst nach einem längeren Zeitraum sichtbar. Aus hygienischen Gründen ist es nicht ratsam den Kühlschrank ganz zu füllen, da dadurch eine Luftzirkulation zwischen den Speisen nicht

mehr gewährleistet ist. Dies kann dazu führen, dass sich im Kühlschrank Keime ansiedeln können. Durch das Suchen nach den Speisen in einem vollen Kühlschrank ist die Tür länger offen, wodurch Wärme in den Kühlschrank gelangt, die dann wieder über die Kühlrippen abgeführt werden muss.

Es ist zu berücksichtigen, dass gekochte Speisen erst nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur in den Kühlschrank gestellt werden, damit weniger Wärme in den Kühlraum eingebracht wird. Ferner sollte der Kühlschrank bei der Entnahme der Lebensmittel nur so lange wie nötig geöffnet bleiben.

Es kann unter Umständen bei vereisten Kühlschränken sinnvoll sein, diese gelegentlich abzutauen.

Es sollte auch darauf geachtet werden, dass der Kühlschrank an einem Ort aufgestellt wird, der kühler ist. Die Kühlleistung hängt von der Abstrahlung der Wärme über die Kühlrippen ab. Daher ist die Aufstellung neben einem Ofen nicht unbedingt vorteilhaft. Auch verstaubte oder zugestellte Kühlrippen führen zu einer langsameren Wärmeabgabe, wodurch der Motor des Kompressors länger läuft und somit mehr Energie verbraucht.

### Wasser kochen

Das Kochen von Wasser ist eine häufige Tätigkeit in Haushalten. Das Erhitzen von Wasser auf einer elektrischen Herdplatte ist nicht so effizient wie mit einem Wasserkocher oder Tauchsieder.

Betrachtet man den Energiebedarf von 0,1 kWh um 1 Liter Wasser im Wasserkocher zum Sieden zu bringen, so ist dies eine Möglichkeit, um durch effizientes Kochen den Stromverbrauch zu senken. Wenn 100 Bewohner\*innen jeden Tag 1 Liter Wasser kochen, so sind das 10 kWh an einem Tag. In einem Monat sind das dann 300 kWh und auf ein Jahr hochgerechnet sind es 3.600 kWh.

Der Energiebedarf wurde mit einem Energiekostenmessgerät (VOLT CRAFT - 4500 PRO D) ermittelt. Dazu wurde 1 Liter Wasser von Raumtemperatur bis zum Sieden erhitzt. Die Abschaltung erfolgte automatisch nach dem Sieden.

Bevor die Wärmeenergie an das Wasser abgegeben wird, heizt sich bei einem Ofen die Herdplatte auf. Darüber hinaus sind noch die Verluste durch das Aufheizen der Umgebung zu berücksichtigen. Beim Kochen in einem Topf ist daher die Topfgröße



an die Kochgutmenge anzupassen. Die Größe der Herdplatte sollte für den jeweiligen Topf geeignet sein.

Ferner kann die Restwärme genutzt werden, indem die Heizung vor dem Sieden oder dem Ende des Kochens ausgeschaltet wird.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Verwendung eines Deckels auf dem Topf, da dadurch der Energieverbrauch gesenkt werden kann.

### **Waschen**

Da bei der Waschmaschine ein Elektromotor zum Antrieb verwendet wird, ist für eine effiziente Nutzung die maximal mögliche Beladung zu wählen. Hier gilt es die Betriebsdauer zu reduzieren.

Des Weiteren kann die Wäsche statt im Trockner auf einer Wäscheleine getrocknet werden.

Ob ein Kleidungsstück unbedingt gebügelt werden muss ist auch eine Überlegung wert.

### **Freizeit und Studium**

Mit dem Energiekosten-Messgerät aus der Solarbox (siehe Kapitel 4.7) kann der Bedarf an elektrischer Energie für einzelne Geräte ermittelt werden. Die Messung des Stromverbrauchs ist zur Abschätzung einer möglichen Einsparung sinnvoll. Vor allem ein Laptop oder Desktop-Computer verbraucht wegen der Bildschirmgröße und der leistungsfähigeren Grafikkarte mehr Energie als ein Smartphone oder Tablet. Daher ist die Nutzung an die jeweilige Aufgabe anzupassen.

Beispielsweise ist für eine Recherche ein kleineres Gerät sinnvoller, während der Computer beispielsweise für aufwändige Bildbearbeitungen genutzt werden kann. Wenn kein Smartphone oder Tablet vorhanden ist, dann kann der Computer bei längerer Pause ausgeschaltet werden. Die Reduktion der Bildschirmhelligkeit kann auch einen kleinen Beitrag zur Einsparung leisten.

Für die nachfolgenden Verbrauchswerte wurde für die Geräte bei einem Akkustand unter 10 % der Energiebedarf für eine vollständige Aufladung ermittelt. Dies erfolgte mit einem Energiekostenmessgerät (VOLTCRAFT - 4500 PRO D).

Für das Aufladen eines Smartphones werden ungefähr 0,013 kWh benötigt. Ein Tablet benötigt 0,053 kWh Energie. Beide Geräte können an einem Akkupack aufgeladen

werden. Statt den Akkupack mit Strom aus der Steckdose zu laden, kann Solarstrom genutzt werden. Es gibt Akkupacks mit integrierter Solarzelle.

Ein Smartphone muss täglich geladen werden. Dies entspricht einem Energiebedarf von 0,39 kWh pro Monat und 4,68 kWh pro Jahr. Bei einem Haus mit 100 Bewohner\*innen sind das 39 kWh pro Monat und 468 kWh im Jahr. Ein Tablet wird mit einer vollen Akkuladung ca. 3 Tage genutzt. Das ergibt einen Energiebedarf von 0,53 kWh pro Monat und 6,36 kWh pro Jahr. In einem Haus mit 100 Bewohner\*innen sind das 53 kWh pro Monat und 636 kWh pro Jahr. Summiert man den Energiebedarf beider Geräte, so ergibt sich ein Verbrauch von 11,04 kWh pro Monat und 1.104 kWh pro Jahr.

Da die Nutzung eines Laptops oder Desktop-Computers nur an der Steckdose möglich ist, kann dieser Verbrauch durch die Nutzung von Smartphones oder Tablets reduziert werden. Vor allem für Tätigkeiten, die auch auf digitalen Endgeräten durchgeführt werden können, wie zum Beispiel das Bearbeiten von E-Mails.

### **Leuchtmittel**

Die Leuchtmittel sind auch eine Möglichkeit, um Energie einzusparen. LED-Leuchtmittel verbrauchen gegenüber Halogenlampen oder gewöhnlichen Glühlampen wesentlich weniger Energie. Hier kann geprüft werden, ob das Leuchtmittel ausgetauscht werden kann.

### **Solarenergie**

Die Solarbox (siehe auch Kapitel 4.7) soll den Teilnehmenden der Challenge die Gelegenheit bieten, sich mit dem Thema der Solarenergie anhand von solarbetriebenen Geräten und Solarbausätzen zu beschäftigen.

Anhand von solarbetriebenen exemplarischen Geräten kann bereits im kleinen Maßstab mit dem nachhaltigen Handeln begonnen werden. Wenn man es schafft, einen kleinen Mignon-Akku mit Solarenergie aufzuladen ist das zunächst ein kleiner Schritt, allerdings kann dies ein Beginn für die intensive Beschäftigung mit dem Thema der Solarenergie sein.

Bei der Auswahl der Solarbox-Teile steht die Verfügbarkeit im Vordergrund. Interessierte Personen können sich bei Bedarf die Bauteile im Handel besorgen. Für den Anfang ist der Aufbau bewusst einfach gehalten, da die Nutzung der Solarenergie im Vordergrund steht.

Vor allem aus versicherungsrechtlichen Gründen sind Geräte bzw. Bausätze enthalten, welche durch die Händler\*innen bereits getestet sind. Ferner sind den Geräten und Bausätzen Anleitungen beigelegt, in denen die Handhabung erläutert wird.

Bei der Verwendung von neu entwickelten Bausätzen ist unter anderem eine Gefährdungsbeurteilung in der Anleitung zu integrieren. Dadurch kann der eigentliche Versuch unter Umständen nicht so gut zur Geltung kommen.

### 3.5 Kontrolle

Die Wohnhäuser Augustin-Bea-Haus und Reinhold-Schneider-Haus verfügen jeweils über einen Stromzähler.

Eine Variante der Kontrolle könnte sein, die Zählerstände vor und nach der Durchführung des Selbstexperiments abzulesen. Die beiden Verbräuche könnte man vergleichen und dadurch sehen, welches Haus mehr Strom verbraucht wird. Das Haus mit dem niedrigerem Verbrauch gewinnt die Challenge.

Dabei wird allerdings der nicht beeinflussbare Verbrauch bspw. durch unterschiedliche Effizienzklassen von Geräten wie Kühlschränken und Waschmaschinen oder die Anzahl an Bewohner\*innen außer Acht gelassen. Besser wäre es, den Verbrauch vor der Durchführung des Selbstexperiments für eine Woche zu erfassen. Der Verbrauch während des Experiments soll dann auch erfasst werden. Aus den beiden Werten lässt sich, angepasst an den Experiment-Zeitraum, ein Quotient bilden, wodurch die prozentuale Ersparnis angegeben werden kann. Das Haus, welches prozentual mehr einspart, hat die Challenge gewonnen.

### 3.6 Prozessbegleitung

Es wird immer Personen geben, die keine Lust oder andere Gründe haben, nicht an dem Selbstexperiment teilnehmen zu wollen. Das sollte auch akzeptiert werden, um Trotzreaktionen und negative Emotionen zu vermeiden.

Die Bewohner\*innen sollten für die Dauer des Experimentes auf keinen Fall sich selbst überlassen werden. Denn das erzeugt eine Hilflosigkeit und demotiviert deutlich. Außerdem stellt sich so schnell wieder der Alltag ein und die Studierenden vergesse,

dass es die Challenge überhaupt gibt. Es sollte immer wieder auf die Challenge hingewiesen werden (vielleicht einen Banner im Flur aufhängen) und es sollte gemeinsame Aktionen und Gruppentreffen geben, wie auch schon in der Vorbereitungswoche. Sollte die Motivation der Teilnehmenden während der Durchführung abnehmen, können Gespräche oder gemeinsame Aktivitäten helfen, die Motivation wieder zu stärken. Weitere Informationen zu den Themen Motivation und psychologische Aspekte finden sich in Kapitel 2.2.

### 3.7 Belohnung

Für die Belohnung gibt es verschiedene Möglichkeiten, die v.a. vom Budget abhängen. Hier sind einige Ideen aufgeführt, die als Inspiration dienen sollen.

Wenn möglich, wäre es gut, wenn alle Bewohner\*innen des Gewinnerhauses einen Preis erhalten würden. Das können klassische Giveaways sein wie Kugelschreiber, Notizblöcke, USB-Sticks, Baumwolltaschen etc. Der Anreiz diese zu gewinnen könnte jedoch gering ausfallen.

Im Rahmen dieses Projektes wären Powerbanks mit Solarzellen passend. Da diese mit höheren Kosten verbunden sind, wäre eine Verlosung oder die Installation einer solchen Powerbank pro Etage denkbar. Dabei wäre wichtig, diese diebstahlsicher zu montieren.

In allen Fällen ist es sinnvoll, wenn zu der Festlegung der Belohnung ein Austausch zwischen den Vertreter\*innen der Bewohner\*innen wie Umweltgruppe oder Etagensprecher\*innen und der Verwaltung der Studierendenwohnheime stattfindet. So können die Wünsche der Bewohner\*innen, unter Beachtung des finanziellen Rahmens, berücksichtigt werden. Weitere Aspekte zur Belohnung finden sich in Kapitel 2.2.

### 3.8 Weiterführung der Verhaltensänderungen

Neben dem Ansporn die Challenge zu gewinnen, ist das Ziel des Selbstexperiments Verhaltensänderungen zu erlernen und im Optimalfall auch über den Experimentzeitraum hinaus beizubehalten (siehe Kapitel 2.1). So soll gelernt werden klimaschonende Verhaltensänderungen in den Alltag zu integrieren. Welche Lebensbereiche besonders intensiv an THG-Emissionen sind, kann beispielsweise mit verschiedenen CO<sub>2</sub>-

Fußabdruck-Rechnern herausgefunden werden. Eine Liste dieser findet sich im Hintergrundmaterial (siehe Kapitel 4.4).

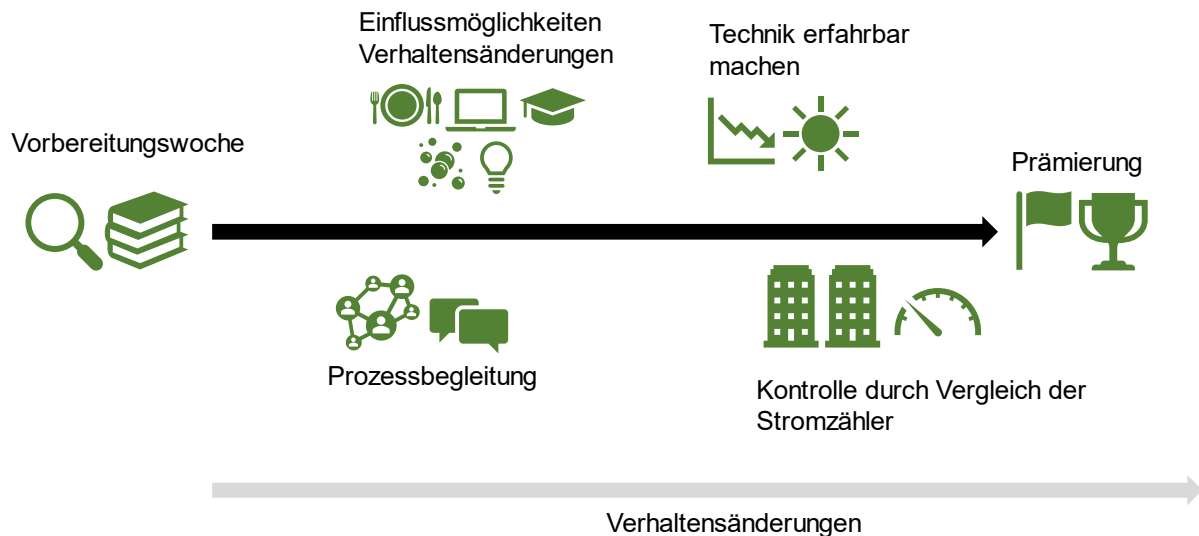
Weitere wichtige Bereiche der Energiewende auf Haushaltsebene sind neben der Stromversorgung, die Wärmeversorgung und die Mobilität. Besonders der sparsame Umgang mit Wärme kann einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leisten. Über 80 % des Energiebedarfs privater Haushalte ist auf die Raumwärme sowie Warmwasserbereitung zurückzuführen (AGEB 2020). Ein Ansatz hier wäre die Heizung weniger hoch einzustellen und sich stattdessen wärmer anzuziehen. Auch kürzeres oder weniger heißes Duschen reduziert den Wärmebedarf und damit Kosten und Emissionen. Wichtig ist dabei, das Raumklima im Auge zu behalten und regelmäßig zu lüften, um die Entwicklung zu hoher Feuchtigkeit zu verhindern.

Im Bereich der Mobilität gibt es v.a. in Karlsruhe diverse Möglichkeiten, THG-Emissionen gering zu halten. Neben den kostengünstigen Varianten zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs zu sein, bietet auch das gut ausgebaute ÖPNV-Netz einen hohen Grad an Flexibilität.

Es lohnt sich also, sich auch mit diesen Bereichen genauer zu beschäftigen. Interessante Informationen hierzu bietet beispielsweise das Projekt Energietransformation im Dialog des ITAS.

## 4 Hintergrundmaterial

### 4.1 Idee zum Ablauf der Stromspar-Challenge (Kurzfassung)



**Ziel:** Stromverbrauch reduzieren, um Beitrag zu Energiewende und Klimaschutz zu leisten

**Ziel erreichen** durch Verhaltensänderungen und Nutzung von Solarenergie

**Teilnehmende:** Bewohner\*innen der beiden Häuser treten gegeneinander an

**Zeitrahmen:** eine bis vier Wochen

**Vorbereitungswoche:** Gemeinsames Einfinden in Thematik, etwa gleiches Vorwissen schaffen → gerechte Startbedingungen (Tipps, Spieleabend, Filmeabend, ggf. Einladen Karlsruher Initiativen)

**Kontrolle:** Prozentuale Reduktion des Stromverbrauchs, kontrolliert über hauseigene Stromzähler

**Prozessbegleitung:** Vernetzung, Austausch, Hintergrundmaterial, ggf. Einladen Karlsruher Initiativen

**Belohnung:** Beitrag zur Energiewende, ggf. materielle Belohnung in Form eines Preises

## 4.2 Weitere Tipps zum Stromsparen im Bereich Wohnen

Im Internet gibt es viele Tipps zum Energiesparen im Bereich Wohnen. Einige davon sind hier exemplarisch aufgelistet.

<https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspar-tipps/kuehlschrank/>

<https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/private-haushalte/>

<https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/Dossier/a-energiesparen-im-haushalt.html>

<https://www.kine-ev.de/projekte/infos-fuer-studis>

<https://www.nachhaltiger-warenkorb.de/themenbereiche/energie-und-elektronik/>

<https://www.stromtip.de/rubrik2/20089/So-wird-die-Waesche-energiesparend-sauber.html?erx1=3>

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energieein-sparpotenziale>

<https://utopia.de/ratgeber/energie-sparen-energiespartipps-haushalt/>

<https://verbraucherzentrale-energieberatung.de/energie-sparen/>

Neben allgemeinen Tipps zum Verhalten, könnte auch die Internetplattform EcoTop-Ten des Öko-Instituts interessant sein. Sie dient zur Orientierung bei der Neuanschaffung von elektronischen Geräten. Im Fokus dabei stehen Kosten, Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Herstellung und Nutzung der Geräte.

<https://www.ecotopten.de/>

## 4.3 Gamification

Auswahl an Apps und Internetseiten, die die Motivation steigern können:

JouleBug <https://joulebug.com/>

hee! <https://www.hee.jetzt/>

Klima-COACH der Energieagentur Rheinland-Pfalz <https://www.klimacoach-rlp.de/de>

#### 4.4 Berechnung der persönlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen (Fußabdruck, Rucksack)

Kurze Berechnungszeit, nicht sehr detailliert. Ergebnis als Gesamtabdruck.

<https://www.wwf.de/themen-projekte/klima-energie/wwf-klimarechner/>

Detailliert nach Wohnen & Strom, Mobilität, Ernährung, sonstiger Konsum und öffentlichen Emissionen. Emissionen nach Bereichen ermöglicht gezielte Einflussnahme.

<https://uba.co2-rechner.de/>

Detailliert nach Wohnen, Konsum, Ernährung, Freizeit, Mobilität und Urlaub. Emissionen nach Bereichen ermöglicht gezielte Einflussnahme. Tipps zu den jeweiligen Bereichen werden am Ende der Berechnung zur Verfügung gestellt.

<https://www.ressourcen-rechner.de/>

#### 4.5 Ersparnis visualisieren

Wie in Kapitel 1.2 beschrieben, sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stromverbrauchs auf den jeweiligen Strommix zurückzuführen. Die genauen Emissionen lassen sich über die angegebenen Emissionen visualisieren. Dazu wird der Verbrauch in kWh mit dem Wert zu den Emissionen multipliziert. Um diesen Wert einordnen zu können, ist ein Vergleich mit den Emissionen verschiedener Verkehrsmittel möglich. Beispielsweise könnte berechnet werden, wie viele Kilometer Strecke mit dem Auto oder dem Flugzeug zurückgelegt werden, um die gleiche Menge an CO<sub>2</sub> zu emittieren (Annahme: Angaben der Stadtwerke Karlsruhe sind in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben). Strecken in Kilometer kann man sich in der Regel besser vorstellen als den Stromverbrauch in Kilowattstunden (siehe Abb. 2).

Auch die Internetseite des Projektes Klima-COACH der Energieagentur Rheinland-Pfalz (<https://www.klimacoach-rlp.de/de>) bietet Visualisierungsmöglichkeiten und konkrete Werte.



## Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland – Bezugsjahr 2019

Verkehrsmittel		Treibhausgase <sup>1</sup>	Kohlenmonoxid	Flüchtige Kohlenwasserstoffe <sup>4</sup>	Stickoxide	Partikel <sup>5</sup>	Auslastung
Pkw		143	0,95	0,14	0,39	0,006	1,5 Pers./Pkw
Flugzeug, Inland		214 <sup>2</sup>	0,30	0,10	0,98	0,011	70%
Eisenbahn, Fernverkehr	g / Pkm	29 <sup>3</sup>	0,02	0,00	0,03	0,001	56%
Linienbus, Fernverkehr		29	0,01	0,01	0,05	0,001	55%
sonstige Reisebusse <sup>6</sup>		32	0,04	0,01	0,12	0,002	64%
Eisenbahn, Nahverkehr		55	0,04	0,01	0,19	0,004	28%
Linienbus, Nahverkehr		80	0,06	0,03	0,29	0,005	19%
<b>Straßen-, Stadt- und U-Bahn</b>		55	0,03	0,00	0,05	0,002	19%

g/Pkm = Gramm pro Personenkilometer, inkl. der Emissionen aus der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel und Kerosin

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O angegeben in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten

<sup>2</sup> inkl. Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte

<sup>3</sup> Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogenen Strombezügen basieren (siehe z. B. den „Umweltmobilcheck“ der Deutschen Bahn AG), weichen daher von den in der Tabelle dargestellten Werten ab.

<sup>4</sup> ohne Methan

<sup>5</sup> ohne Abrieb von Reifen, Straßenbelag, Bremsen, Oberleitungen

<sup>6</sup> Gruppenfahrten, Tagesfahrten (z. B. Busrundreisen, Klassenfahrten, „Kaffeefahrten“)

Für Informationen zu den Emissionen aus Infrastruktur- und Fahrzeugbereitstellung siehe UBA-Broschüre „Umweltfreundlich mobil!“ (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltfreundlich-mobil>)

Abbildung 2: Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr, Bezugsjahr 2019 (Umweltbundesamt 2020)

## 4.6 Auswahl an Karlsruher Initiativen und Projekten

Karlsruher Initiative zur nachhaltigen Energiewirtschaft (kine): Hochschulgruppe des KIT, die sich mit Fragestellungen der nachhaltigen Energienutzung beschäftigt. Informieren und Umsetzung von Projekten, um einen Beitrag zur nachhaltigen Energiewirtschaft zu leisten.

<https://www.kine-ev.de/projekte/infos-fuer-studis>

Quartier Zukunft – Labor Stadt: Forschungs- und Entwicklungsprojekt des KIT: Gemeinsames Suchen, Erproben und Erforschen von Wissenschaft und Gesellschaft. Im Fokus: Nachhaltigkeit in einem Stadtquartier entstehen lassen und leben. Darunter u.a. folgende Projekte:

- **Energietransformation im Dialog:** Mitgestaltung der Energiewende. Zusammenbringen unterschiedlicher Akteur\*innen. Informieren und aktiv werden: Von der Informationsbereitstellung über Dialogprozesse hin zur aktiven Transformation.

<https://www.dialog-energie.de/>

- Klimaschutz gemeinsam wagen: Integration von Klimaschutz in den Alltag u.a. durch Selbstexperimente. Bereitstellung von Informationen zum Thema Klimaschutz. Bietet Möglichkeit an verschiedenen Selbstexperimenten teilzunehmen. <https://www.klimaschutzgemeinsamwagen.de/selbstexperimente/ich-spare-strom-w%C3%A4rme/>

### **4.7 Solarbox: Möglichkeit Strom mit erneuerbaren Energien selbst zu produzieren**

#### Inhalt der Solarbox

- Energiemonitor
- Powerbank mit Solarzelle
- Solar-Taschenlampe
- Solar-Ventilator
- Bausatz zum Laden eines Mignon-Akkus
- Solar-Taschenrechner

#### Nutzung der Solarbox

Die Solarbox ist ein Anreiz, um sich mit dem Thema Solarenergie zu beschäftigen. Mit einem Akkupack, der durch Solarenergie aufgeladen wird, können digitale Endgeräte aufgeladen werden. So kann zumindest für Smartphones und Tablets eine Unabhängigkeit vom Netzstrom erreicht werden. Des Weiteren regt die Solarbox durch exemplarische Versuche dazu an, sich verstärkt mit dem Thema zu befassen.

Mit einem Energiekostenmessgerät kann der Verbrauch verschiedener Geräte ermittelt werden. Wird zum Kochen eine an die Steckdose angeschlossene Herdplatte oder ein anderer Verbraucher verwendet kann so der Verbrauch ermittelt werden.

Die Powerbank kann mit der integrierten Solarzelle geladen werden. Dabei wird die Strahlungsenergie in elektrische Energie umgewandelt. Die elektrische Energie wird in Form von chemischer Energie in dem Akku gespeichert. Bei Bedarf wird die chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt.

Ziel ist die Unabhängigkeit eines Smartphones oder Tablets von dem Strom aus der Steckdose.

Ein weiterer Vorteil der solarbetriebenen Powerbank ist, dass man unterwegs den Akku mit Solarenergie aufladen kann.

### Erweiterung der Solarbox

Die Solarbox kann um weitere Bauteile erweitert werden. Die Erweiterung ist dafür gedacht, wenn eigene Schaltungen dimensioniert und aufgebaut werden sollen. Eine genauere Beschreibung mit Versuchen wird in einer gesonderten Anleitung zusammengestellt.

### Inhalt (Auswahl)

- Multimeter
- Datenlogger
- Superkondensator (Gold-Cap)
- Thermogenerator

Mit dem Multimeter soll die Spannung einer Solarzelle gemessen werden, um eine Standortbeurteilung zu erstellen.

Mit einem Datenlogger können die Spannungswerte im zeitlichen Verlauf aufgezeichnet werden, um so die optimale Aufstellung der Solarzelle zu ermitteln.

Der Superkondensator dient der Speicherung von Solarenergie. Dabei kann die Effizienz gegenüber dem Mignon-Akku verglichen werden.

Der Thermogenerator kann als Wärmepumpe betrachtet werden. Die Solarenergie kann dazu verwendet werden, um einen Raum zu kühlen und die Wärme in einem Wärmespeicher zu speichern. Die Wärme kann in der wärmeren Jahreszeit in einen Wärmespeicher gepumpt werden und in der kälteren zum Heizen des Wohnraums genutzt werden. In beiden Fällen wird der Solarstrom zum Betrieb der Wärmepumpe genutzt.

### Fazit

Die Solarbox gibt den Teilnehmenden der Challenge die Gelegenheit sich mit dem Thema zu beschäftigen. Sie soll Aufmerksamkeit und Interesse wecken. Vielleicht entsteht nach einiger Zeit der Wunsch, später selber eine kleine Solaranlage zu betreiben.

Die Grundbauteile der Box können ohne Elektronik-Kenntnisse verwendet werden. Die Erweiterung zur Solarbox ist für Technikinteressierte gedacht, die sich näher mit der Thematik beschäftigen möchten.

In Tabelle 3 sind mögliche Materialien für die Solar-Box mit Bestell-Nr. und Preisangabe enthalten. Ähnliche oder gleiche Bauteile können auch von anderen Händlern bezogen werden.

Tabelle 3: Mögliche Materialien für die Solar-Box. Ein möglicher Händler ist Conrad Electronic SE. [www.conrad.de](http://www.conrad.de)

<b>Gerät</b>	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Preis €</b>	<b>Anmerkungen</b>
Energiekosten-Messgerät (VOLT CRAFT ENERGY-LOGGER 4000)	125444-62	59,99	Datenlogger-Funktion
Solar-Powerbank (Apollo PD-MP 1005 BK)	2337166- VQ	54,36	
Solar-Taschenlampe	1530399- VQ	11,99	Bausatz
	1526423- VQ	24,99	Solarladegerät mit Taschen- lampe.
Solar-Ventilator-Bausatz	1395729- 62	8,99	
Solar-Taschenrechner (Texas Instruments TI-30 ECO RS)	770337-62	14,99	Betrieb nur mit Solarzelle.
Solar-Ladegerät-Bausatz (Sol Expert 29888 Solarmodul)	1485570- VQ	7,95	Fertig konfektionierte Bauteile.

#### **4.8 Technik erfahrbar machen – Solarlampe selber bauen**

Neben dem Ausprobieren der Solarbox, gibt es verschiedene Möglichkeiten, eigene Ideen zur Solarnutzung zu entwickeln. Ein Beispiel findet sich hier:

<https://www.conrad.de/de/ratgeber/technik-einfach-erklart/led-solarleuchte-selber-bauen.html>

---

## Literaturverzeichnis

Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. & Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25 (3), 273–291.

AGEB (AG Energiebilanzen e.V) (2020). Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland. Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken. [Online] [https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=8&archiv=5&year=2020](https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=8&archiv=5&year=2020), 30.01.2021

Bator, R. J. & Cialdini, R. B. (2000). The application of persuasion theory to the development of effective pro-environmental public service announcements. *Journal of Social Issues*, 56, 527–541.

Bauske, E. & Kaiser, Prof. Dr. F. G. (2019). Umwelteinstellung in Deutschland von 1996 bis 2016: Eine Sekundäranalyse der Umweltbewusstseinsstudien. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2021). Rebound-Effekte. [Online] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/oekonomische-rechtliche-aspekte-der/rebound-effekte>, 05.02.2021.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2021a). Umweltbewusstsein und Umweltverhalten. [Online] <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/umweltbewusstsein-umweltverhalten#stellenwert-des-umwelt-und-klimaschutzes>, 27.01.2021.

Bruppacher, S. (2008). Wie und warum eignen wir uns einen nachhaltigen Lebensstil an? *Umweltrelevantes Handeln in Privathaushalten und dessen Veränderung. Wissenschaft & Umwelt*, 11, 216-223.

Clayton, S. & Myers, G. (2009). *Conservation Psychology: Understanding and promoting human care for nature*. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell.

Daamen, D. D. L., Staats, H., Wilke, H. A. M. & Engelen, M. (2001). Improving environmental behavior in companies. The effectiveness of tailored versus nontailored interventions. *Environment and Behavior*, 33, 229–248.

---

Davis, L., Fuchs, A.; Gertler, P. (2014). Cash for Coolers: Evaluating a Large-Scale Appliance Replacement Program in Mexico. *American Economic Journal: Economic Policy*, 6/4, 207-238.

De Haan, G. & Kuckartz, U. (1998). Phänomene des Umweltbewusstseins. In Greenpeace (Hrsg.) *Neue Wege in der Umweltbildung* (12-31). Hamburg: Werkstatt.

De Haan, G., Kamp, G., Lerch, A., Martignon, L., Müller-Christ, G. & Nutzinger, H.G. (2008). *Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Dudenverlag, Bibliographisches Institut GmbH (2021). Gamification, die. [Online] <https://www.duden.de/rechtschreibung/Gamification>, 05.02.2021.

Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schloemer, S.; von Stechow, C. (2012). *Renewable energy sources and climate change mitigation. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.

Gustafsson, A., Katzeff, C., & Bang, M. (2009). Evaluation of a pervasive game for domestic energy engagement among teenagers. *Computers in Entertainment (CIE)*, 7(4), 54.

Hamann, K., Baumann, A., Löschinger, D. (2016). *Psychologie im Umweltschutz. Handbuch zur Förderung nachhaltigen Handelns*. München: oekom verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH.

Hauff, V. (1987). *Unsere gemeinsame Zukunft: der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*. 1. Auflage, Grevén: Eggenkamp

Hutter, C.-P.; Blessing, K.; Köthe, R. (2018). *Grundkurs Nachhaltigkeit. Handbuch für Einsteiger und Fortgeschrittene*, München: oekom verlag GmbH

Jörissen, J.; Kopfmüller, J.; Brandl, V.; Paetau, M. (1999). *Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung*, Karlsruhe

Klaus, T.; Loreck, C.; Müschen, K. (2009). *Klimaschutz und Versorgungssicherheit. Entwicklung einer nachhaltigen Stromversorgung*, Dessau-Roßlau

Linz, Manfred (2004). *Weder Mangel noch Übermaß. Über Suffizienz und Suffizienzforschung*, Wuppertal

---

Michelsen, G.; Grunenberg, H.; Mader, C.; Barth, M. (2015). Greenpeace Nachhaltigkeitsbarometer 2015 – Nachhaltigkeit bewegt die Jugend, Bad Homburg: VAS Verlag für Akademische Schriften

Pallak, M. S., Cook, D. A. & Sullivan, J. J. (1980). Commitment and energy conservation. *Applied Social Psychology Annual*, 1, 235–53.

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2018). Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Aktualisierung 2018, Berlin

Santarius, T. (2012). Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz, Wuppertal

Scheuthle H. & Kaiser, F. G. (2008). Person oder Situation? Umweltpsychologische Interventionen zur Änderung individuellen Verhaltens. *Wissenschaft & Umwelt*, 11, 216-223.

Schriefl, E. (2008). Steigender Energieverbrauch trotz verbesserter Energieeffizienz? Der „Rebound-Effekt“ und andere verbrauchstreibende Faktoren. *Wissenschaft & Umwelt*, 11, 128-133.

Stadtwerke Karlsruhe (2020). Stromkennzeichnung Energieträgermix 2019 [Online] <https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/swk/privatkunden/strom/energietraegermix.php>, 27.01.2021

Umweltbundesamt (2020): Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr [Online]: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0>, 10.02.2020