

Friedrich- Engels- Gymnasium

Senftenberg

01968 Senftenberg Fischreierstraße 14

Sekundarstufen

I/II



Seminararbeit

im Fach **Seminarkurs Strukturwandel**

Thema: **Notwendigkeit und Maßnahmen für Klimaneutralität
am Friedrich-Engels-Gymnasium**

Verfasserin: **Annika Totsche**

Fachlehrerin: **Frau Klaunig-Lehmann**

Abgabetermin: **06.11.2023**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Notwendigkeit für Klimaneutralität	4
2.1 Der Treibhauseffekt.....	4
2.2 Gefahren des Klimawandels.....	5
2.3 Klimaneutralität.....	6
3. Berechnung der Emissionen am FEG	6
3.1 Schools4Future.....	6
3.2 Datenerhebung	7
3.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung	9
4. Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen des FEG.....	11
4.1 Szenario für eine klimaneutrale Schule.....	11
4.2 Mögliche Sofortmaßnahmen	13
4.3 Langfristige Maßnahmen	15
5. Fazit.....	18
6. Quellennachweise.....	19
6.1 Literaturverzeichnis.....	19
6.2 Bildquellen	20
7. Anhang	21
8. Einverständniserklärung.....	41
9. Selbstständigkeitserklärung.....	42

1. Einleitung

Achtung, die Zukunft der Menschheit und vieler anderer Lebewesen auf diesem Planeten ist in Gefahr! Das Ziel meiner Seminararbeit ist es einen kleinen Beitrag zur Abwendung dieser Gefahr zu leisten. In meiner Seminararbeit „Notwendigkeit und Maßnahmen für Klimaneutralität am Friedrich-Engels-Gymnasium“ werde ich versuchen einen Anstoß zur Transformation der Schule in eine klimaneutrale Institution zu geben. Der Klimawandel und die damit verbundene, notwendige Wandel in unserer Wirtschaft und Gesellschaft, ist ein Thema, das mich schon lange intensiv beschäftigt und welches mir immer wichtiger erscheint, umso mehr ich mich damit beschäftige. Ich kann immer weniger verstehen, wie nebensächlich dieses Thema oft abgetan wird, obwohl es über unsere Lebensqualität in ein paar Jahren bestimmen wird. Deshalb habe ich beschlossen mit meiner Seminararbeit einen kleinen Beitrag, dazu zu leisten, diesen Wandel zu beschleunigen.

Ein großes Problem beim Kampf gegen die Klimakrise ist die Zeit. Wir haben als Menschheit inzwischen, so große Mengen an Treibhausgasen ausgestoßen, dass die im Pariser Klimaabkommen (2015) von den Vereinten Nationen beschlossenen Grenze, von 1,5 °C Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter, mindestens zeitweise überschritten werden wird (Umweltbundesamt, 2021) (ntv, 2022). Dabei hat jede Tonne Treibhausgase, die weniger ausgestoßen wird und damit jede noch so kleine Temperaturerhöhung, die dadurch verhindert wird, das Potential Leid und Katastrophen zu vermindern (Alegría, et al., Sechster IPCC-Sachstandsbericht, Beitrag von Arbeitsgruppe I: Hauptaussagen, 2022). Deshalb habe ich beschlossen, in meiner Seminararbeit im Fach Strukturwandel einen Weg aufzuzeigen, wie eine Region oder Institution den Wandel zur Klimaneutralität bewältigen kann. Ich habe dafür meine Schule, das Friedrich-Engels-Gymnasium (FEG) ausgewählt. Dies hat den Vorteil, dass ich Informationen vor Ort erfragen und Maßnahmen anregen kann.

In der Arbeit werde ich mich zunächst mit der These beschäftigen, dass Klimaneutralität am FEG notwendig ist. Anschließend werde ich überprüfen, ob und wie Klimaneutralität dort möglich ist. Um dies zu ermitteln, benötigte ich zunächst das Wissen darüber, wodurch im FEG welche Mengen an Treibhausgasen emittiert werden. Ich habe mithilfe des CO₂-Rechners von Schols4Future und mit Unterstützung der Mitarbeiter des Projekts eine CO₂-Bilanz der Schule erstellt, für die ich die benötigten Daten selbst zusammengetragen habe. Um diese Emissionen zu verhindern habe ich ein Szenario erstellt, in dem das FEG klimaneutral ist und Maßnahmen zur Umsetzung des Wandels erarbeitet.

Die Arbeit enthält Themen aus den Schulfächern Geografie und Chemie (Klimawandel in Kapitel 2), Informatik (Emissionsberechnungstool in Excel in Kapitel 3) und Mathematik (Statistiken zu den Emissionen in Kapitel 3).

2. Notwendigkeit für Klimaneutralität

2.1 Der Treibhauseffekt

Dass, der übermäßige Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre zu einer Erwärmung des Weltklimas führt, ist die Folge des Treibhauseffekts. Dies ist ein natürlicher Effekt von Gasen in unserer Atmosphäre. Zu den Treibhausgasen zählen Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan, Lachgas, Flurkohlenwasserstoffe, Ozon und Wasserdampf. Stoffe, die nur einen geringen Anteil an der Masse der Atmosphäre haben. Sie haben die Eigenschaft kurzwellige Strahlung wie Licht durchzulassen, langwelligere Strahlen wie Wärme jedoch zu reflektieren. Dadurch sorgen sie dafür, dass das von der Sonne kommende Licht größtenteils ungehindert auf die Erde gelangen kann und die Erde erwärmt. Diese Wärme strahlt nun als langwellige Wärmestrahlung von der Erde in das Weltall. Ein Teil der Wärme wird jedoch von den Treibhausgasen wieder zurück auf die Erde reflektiert (siehe Anlage 1). Der Effekt hat große Auswirkungen. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt würde die globale Durchschnittstemperatur bei -18 °C statt bei +15°C liegen. Eine Temperatur, bei der es fraglich wäre, ob sich je Leben auf der Erde entwickelt hätte.

Dieses System ist jedoch fragil. Schon eine geringe Änderung des Anteils der Treibhausgase in unserer Atmosphäre hat eine deutliche Temperaturänderung zur Folge (Umweltbundesamt, 2021). So haben die massiven Emissionen, die durch den Menschen seit der Industrialisierung hauptsächlich durch das Verbrennen fossiler Energiequellen emittiert werden, zu einem Anstieg der jährlichen globalen Durchschnittstemperatur von ca. 1,2°C geführt. Allein von CO₂ werden jährlich 35 Milliarden Tonnen emittiert (Statista Research, 2023).

Bei der Veränderung des Klimas handelt es sich um eine langfristige Änderung der Durchschnittstemperaturen, Niederschlagsmengen und/oder anderer Wetterparameter über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren. So eine Klimaerwärmung zieht weitreichende Änderungen im Klimasystem der Erde nach sich, woraus sich veränderte und vielfach erschwerte Lebensumstände für die Menschen auf diesem Planeten ergeben.

2.2 Gefahren des Klimawandels

In Folge des Ausstoßes von Treibhausgasen durch den Menschen, haben sich bereits weitreichende Veränderungen auf der gesamten Erde ergeben, die „seit vielen Jahrhunderten bis Jahrtausenden beispiellos“ (Alegría, et al., Sechster IPCC-Sachstandsbericht, Beitrag von Arbeitsgruppe I: Hauptaussagen, 2022) sind. Durch die Veränderung der Wetter und Klimasysteme auf unserem Planeten werden Extremwetterereignisse wie Dürren, Überschwemmungen und Stürme, sowohl häufiger als auch extremer. Die meisten Gegenden auf der Erde werden trockener und heißer. Gleichzeitig nehmen Starkregenereignisse zu. Durch die Störung der Ökosysteme wird sich in viele Gegenden der Erde auch der Zugang zu Trinkwasser und die Möglichkeit zum Nahrungsanbau verschlechtern.

Etwa 3,3 bis 3,6 Milliarden Menschen leben unter Bedingungen, die sie sehr anfällig für die Veränderungen durch den Klimawandel machen. Die Folgen treffen jene am heftigsten, die am wenigsten zur Klimakatastrophe beigetragen haben und denen es sowieso schon am schlechtesten geht, da sie am wenigsten Möglichkeiten haben sich zu schützen. Anpassungsmaßnahmen an die Klimakrise werden mit zunehmender Erderwärmung weniger wirksam werden und wir werden zunehmend an die Grenzen der möglichen Anpassung stoßen. (Alegría, et al., Sechster IPCC-Sachstandsbericht, Beitrag von Arbeitsgruppe II, Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit, 2022)

Die sofortige Reduktion der Emissionen ist deshalb notwendig, da die kleinste Zunahme der globalen Erwärmung die Folgen und Risiken deutlich erhöhen und sich spätestens in 20 Jahren deutlich negativ auf die Lebensqualität der Menschen auswirken wird. Folgen und Risiken werden sich gegenseitig beeinflussen und verstärken. Die Wahrscheinlichkeit für abrupte, unumkehrbare und irreversible Folgen steigt mit jedem kleinsten Teil eines Grades Erderwärmung stark an. Unwahrscheinliche, aber katastrophale Ereignisse und sich selbst verstärkende Risikokaskaden werden sehr viel wahrscheinlicher. Die Folgen sind bei einer Erwärmung über 1,5 °C ungleich heftiger als bei einer geringeren Erwärmung. (Alegría, et al., Sechster IPCC-Sachstandsbericht, Beitrag von Arbeitsgruppe I: Hauptaussagen, 2022) Es ist also zweifelsfrei notwendig, dass auch das FEG klimaneutral wird.

2.3 Klimaneutralität

„Klimaneutral“ ist ein ungeschützter Begriff. Er bedeutet, dass ein Produkt, eine Institution oder ein Land unter dem Strich keinen Effekt auf das Klima hat. Es werden nicht nur die Emissionen aller Treibhausgase, sondern auch alle anderen menschlichen Aktivitäten mit einberechnet. Für Klimaneutralität ist es möglich bereits ausgestoßene Treibhausgase durch klimapositive Aktionen, wie das Pflanzen von Bäumen, welche dann CO₂ aufnehmen oder Aktionen, die den Ausstoß von Treibhausgasen um diesen Betrag verringern zu kompensieren (Eckert, 2021).

Es muss beachtet werden, dass die Vermeidung von Treibhausgasen immer über die Kompensation priorisiert werden sollte, da die genaue Verrechnung von Emissionen sehr schwierig ist. Es ist fast unmöglich zu sagen, wie viele Emissionen eine Aktion eingespart hat und die Möglichkeiten der Kompensation sind begrenzt. Um den Klimawandel zu stoppen, werden alle zur Verfügung stehenden Maßnahmen zur Verminderung des CO₂-Anteils in der Atmosphäre gebraucht sowohl Reduktion der Emissionen als auch das Entfernen von CO₂ aus der Atmosphäre. Kompensation sollten also nur für unvermeidbare Emissionen verwendet werden (Dietsch, 2023).

Auch wenn es verschiedene Treibhausgase gibt, wird in dieser Arbeit hauptsächlich CO₂ erwähnt werden, da CO₂-Emissionen für den größten Teil des menschengemachten Klimawandels verantwortlich sind und die Wirkung von Treibhausgasen in CO₂-Äquivalenten berechnet wird. Das ist eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung unterschiedlicher Treibhausgase. Sie gibt an, welcher Masse an CO₂ die Klimawirkung der Menge des Treibhausgases entspricht.

3. Berechnung der Emissionen am FEG

3.1 Schools4Future

Schools4Future ist ein Projekt einer Kooperation des Wuppertal Instituts und des Büro Ö-quadrats deren Ziel es ist, Schulen „die Werkzeuge in die Hand geben, damit Klimaschutzmaßnahmen ganz konkret an [...] Schule[n] umgesetzt werden“ (Über Schools4Future, kein Datum) können (Logo siehe Anlage 2).

Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH arbeitet im Bereich Nachhaltigkeit an konkreten Problemlösungen und ist im Projekt für den gesellschaftspolitischen Aufgaben,

wie die Kommunikation mit den Schulen und die Öffentlichkeitsarbeit zuständig. Das Büro Ö-quadrat ist ein unabhängiges Beratungsinstitut für ökologische und ökonomische Projekte und Konzepte. Es ist für die technischen Aufgaben des Projekts zuständig.

Das Projekt wurde vom 1. Mai 2020 bis 30. April 2023 von der Bundesregierung gefördert. Es arbeitet mit mehreren Pilotschulen zusammen, die es bei der Erstellung der Bilanz und Entwicklung der Maßnahmen konkret unterstützt. Die Pilotschulen konnten sich zu Anfang des Projektes bewerben (Über Schools4Future, kein Datum). Das FEG ist keine dieser Pilotschulen, trotzdem wurde die Erstellung dieser Arbeit vom Projekt durch Bereitstellung von Material und der Expertise der Mitarbeiter des Projekts unterstützt.

Für das Projekt wurde ein auf Schulen abgestimmter CO₂-Rechner entwickelt, mit dem diese ihre Emissionen in den Bereichen Energie, Mobilität und Beschaffung selbst berechnen können. Der Rechner steht frei zur Verfügung und kann auf der Website von Schools4Future kostenlos heruntergeladen werden. Dieser Rechner wurde für die Erstellung der CO₂-Bilanz in dieser Arbeit genutzt. Nach der Erstellung der CO₂-Bilanz unterstützt Schools4Future die Schulen bei der Entwicklung von Maßnahmen, um diese Emissionen zu verringern. Für die Umsetzung der Maßnahmen sind die Schulen verantwortlich. Schools4Future stellt also nur die Expertise, während es die Aufgabe von Schüler*innen und Lehrer*innen ist die Maßnahmen umzusetzen. Im Rahmen des Projektes fanden mehrere mehrtägige Treffen der Pilotschulen statt. Die Autorin hat zur Erstellung dieser Arbeit an einem dieser Treffen in Wuppertal teilgenommen. Bei diesem Treffen tauschten die Schulen ihre Ergebnisse aus und berichteten sich gegenseitig von den umgesetzten Maßnahmen und deren Erfolg. (Über Schools4Future, kein Datum)

3.2 Datenerhebung

Zur Erstellung der CO₂-Bilanz einer Schule sind sehr viele Daten, über den Verbrauch an Energie und Material notwendig. Diese Daten werden nirgendwo zentral gesammelt, sind oft fehlerhaft oder unvollständig. Deshalb war der größte Aufwand bei der Erstellung dieser Arbeit das Zusammentragen der benötigten Daten von Schulträger, Schulleitung und Schulpersonal. Die Berechnung der Emissionen erfolgte für das Kalenderjahr 2022 mit Ausnahme der Klassenfahrten und Schüleraustausche, welche für das Schuljahr 2022/23 erfolgten. Da Klassenfahrten pro Schuljahr geplant werden und deshalb auch nur so vergleichbarer sind. Auch die Umfrage zur Mobilität fand Anfang 2023 statt.

Der CO₂-Rechner besteht aus einem Excelprogramm, in welchem die Menge an Energie, einem Produkt oder eine Strecke mit dem CO₂-Emissionsfaktor (siehe Anlage 3) für diese Art von Energie, Produkt oder Verkehrsmittel multipliziert wird. Diese Daten werden, dann je nach Notwendigkeit für ein Jahr und/oder alle Schüler der Schule hochgerechnet. Anschließend werden die einzelnen Emissionen addiert. Dadurch erhält man sowohl für die einzelnen Bereiche als auch für die gesamte Schule die CO₂-Bilanz. Die Emissionen des Schulessens wurden in CO₂-Äquivalenten berechnet, da dort auch andere wirkungsvolle Treibhausgase entstehen.

Im ersten Schritt wurden bei der Schulleiterin des Friedrich-Engels-Gymnasiums Informationen darüber eingeholt, wo die benötigten Daten vorhanden sind und wen man danach fragen kann.

Die Berechnung der Emissionen ist in die Bereiche Energie, Mobilität und Beschaffung eingeteilt.

Für die Berechnung der Emissionen der Energie benötigt man jeweils die Energiemenge und Erzeugungsart für Strom und Heizung für ein Jahr. Diese Informationen wurden zuerst beim Hausmeister erfragt. Von ihm wurden die monatlichen Strom-, Fernwärme-, und Gaszählerständen zur Verfügung gestellt. Die dadurch erhaltenen Stromwerte waren laut den Experten bei Schools4Future um den Faktor 50 zu gering, deshalb wurde zu Überprüfung das Dezernat I für Bildung, Finanzen und innere Verwaltung des Landkreis Oberspreewald-Lausitz, der Schulträger, gefragt. Dieses stellte realistische Werte für den Verbrauch für 2022 zur Verfügung.

Die Daten im Bereich Mobilität setzen sich aus den Emissionen der Schüler*innen und Lehrer*innen auf ihrem Schulweg und den Emissionen, die durch den Transport auf Klassenfahrten und Schüleraustauschen entstehen zusammen. Für die Daten zu den Schulwegen wurde eine Umfrage (siehe Anlage 4) erstellt. Schüler*innen und Lehrer*innen werden darin nach dem Verkehrsmittel, welches sie im Winter und Sommer für den Schulweg nutzen und dessen Länge und Dauer befragt. An der Umfrage, die vom 27.04.2023 bis 23.06.2023 lief, haben 8 von 50 Lehrer*innen und 165 von 595 Schüler*innen teilgenommen. Die dadurch gewonnenen Daten (Wuppertal Institut, Büro ö-quadrat, 02) (siehe „CO₂-Berechnung für das FEG“, Daten Verkehr [nur digital vorhanden]) wurden auf das gesamte Schuljahr und die Gesamtanzahl der Schüler*innen und Lehrer*innen hochgerechnet, indem der Durchschnitt aus der Länge des Weges mit diesem Verkehrsmittel und die prozentuale Häufigkeit des Verkehrsmittels berücksichtigt wurden (siehe Anlage 5 und Anlage 6).

Schüleraustausche sind im CO₂-Rechner als Flugreisen definiert, davon fand im Schuljahr 2022/23 nur eine nach Schweden statt. Deren Emissionen wurden mit dem Onlinerechner „Atmosfair“ berechnet. Klassenfahrten sind demzufolge alle anderen Reisen, die von der Schule aus geschehen. Davon wurden 26 in 2022/23 betrachtet. Von diesen werden aus der Streckenlänge, der Art des Verkehrsmittels und der Anzahl der Teilnehmer die Emissionen berechnet. Diese Informationen wurden von verschiedenen Lehrerinnen erfragt.

Im Bereich Beschaffung wurden die Emissionen des Schulessens und der Papierverbrauch der Schule zusammengefasst. Von den Emissionen des Schulessens werden nur die erfasst, die durch das Kantinenessen entstehen. Für die Berechnung dieser Emissionen, wurden die Emissionen der Zutaten der Gerichte eines beispielhaften Tages berechnet. Dabei wurde die Menge an Bestellungen der einzelnen Essen berücksichtigt. Ob die Zutaten biologisch angebaut oder lokalen Ursprungs sind, wurde teilweise per E-Mail von Vielfaltmenü, dem Essenanbieter der Schule und bei den Mitarbeitern der Essenausgabe erfragt. Die Zutaten und deren Menge der Beispielgerichte mussten größtenteils geschätzt werden, da der Info-Service von Vielfaltmenü diese Frage nicht beantworten wollte. Der Verbrauch an Kopierpapier wurde von der Sekretärin zur Verfügung gestellt, der Verbrauch an Toiletten- und Handabtrockenpapier vom Hausmeister. Von diesem stammen auch die Informationen, dass das Abtrockenpapier aus Recyclingfasern und das Kopier- und Toilettenpapier aus Frischfasern besteht. (Wuppertal Institut, Büro ö-quadrat, 02) (siehe „CO₂-Berechnung für das FEG“ [nur digital verfügbar]) (Albert-Seifried, Tholen, & Wagner)

3.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung

Die mit diesen Daten berechneten Gesamtemissionen der Schule betragen im Jahr 2022 **296.176 kg CO₂**, das entspricht **498 kg CO₂ pro Schüler**. 296.176 kg CO₂, also etwa 300 t CO₂, entsprechen ungefähr der Menge CO₂, die eine Buche in 80 Jahren aufnimmt oder 80 große Buchen in einem Jahr (Wagner, 2023). Dieser Vergleich zeigt auch, dass CO₂-Kompensation schwierig ist, da man nicht für jede Schule und jede andere Institution einen Wald pflanzen kann. Deshalb müssen die Emissionen reduziert werden. Um dies zu erreichen, muss zuerst aufgeschlüsselt werden (siehe Anlage 7), wodurch sie entstehen.

Der Gebäudebereich verursacht mit 63% (186.014 kg CO₂) die größten Emissionen, gefolgt vom Mobilitätsbereich mit 34% (100.116 kg CO₂). Ernährung und Beschaffung verursachen nur 3% (10.047 kg CO₂) der Gesamtemissionen. Die Emissionen des Gebäudebereichs werden

vom Wärmebedarf dominiert, welcher für 43% (127.098 kg CO₂) der Gesamtemissionen zuständig ist, aber auch die Emissionen des Stromverbrauchs sind mit 20% (58.916 kg CO₂) sehr relevant. Im Mobilitätsbereich verursacht der Schulweg der Schüler*innen mit 24% (69.765 kg CO₂) Gesamtanteil den größten Teil der Emissionen. Die Emissionen des Schulwegs der Lehrer*innen sind für 7% (22.049 kg CO₂) verantwortlich und betragen damit nur ein Drittel der Emissionen des Schulwegs der Schüler*innen. Da an der Schule aber etwa 12-mal so viele Schüler*innen wie Lehrer*innen sind, verursacht ein/e Lehrer*in im Schnitt trotzdem viermal mehr Emission als ein/e Schüler*in. Die Schulwegsemissionen der Lehrer*innen sind auch größer als die Emissionen von Klassenfahrten (2%, 6.919 kg CO₂), Schüleraustauschen (0,005%, 1.383 kg CO₂), Ernährung (2%, 7.043 kg CO₂) und Papierverbrauch (1%, 3.004 kg CO₂) zusammen.

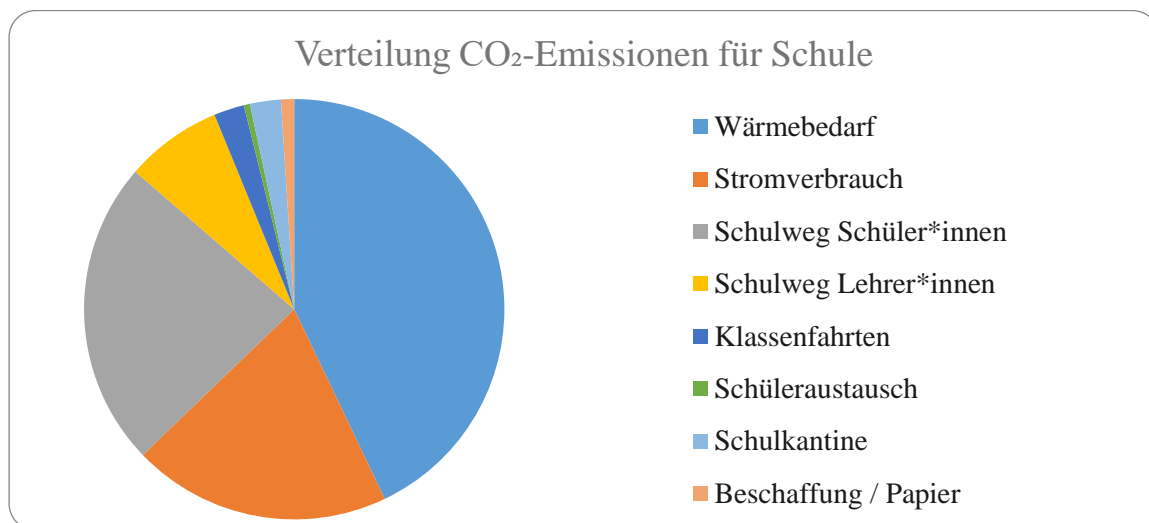


Abbildung 1, Verteilung der CO₂-Emissionen des FEG

Diese CO₂-Bilanz ist für 2022. Sie sollte aber für andere Jahre ähnlich ausfallen. Abweichungen sind vor allem im Gebäudebereich, aufgrund der 2022 begonnenen Baumaßnahmen an der Schule möglich. Durch die Nutzung des Containers und Sperrung eines Drittels des Schulgebäudes, fällt der Heizenergieverbrauch geringer und der Stromverbrauch höher aus, da der gesperrte Teil des Gebäudes nicht geheizt werden muss und im Container mit Strom geheizt wird. Außerdem sorgen auch die Baumaßnahmen und die bessere Ausstattung der Schule mit elektrischen Geräten für einen höheren Stromverbrauch als im Vorjahr. Auch die Daten zu Klassenfahrten und Schulessen können in anderen Jahren abweichen, da nach der Coronakrise möglicherweise etwas weniger Fahrten stattfanden als davor und nach den Lockdowns weniger Schüler Schulessen in Anspruch nahmen als davor. Dies sind alle Faktoren, die die CO₂-Bilanz positiv beeinflussen, jedoch nicht von Dauer sind.

Die CO₂-Emissionen des FEG entsprechen ungefähr den Durchschnittsemissionen (siehe Anlage 7) pro Schüler der Schulen, für die über Schools4Future eine CO₂-Bilanz erstellt wurde. Die Gesamtemissionen sind am FEG mit 498 kg CO₂ etwas geringer als der Durchschnitt von 565 kg CO₂. Die Emissionen für den Wärmebedarf sind aufgrund der Nutzung von Fernwärme und einem hohen Verbrauch etwas höher als der Durchschnitt. Im Schulgebäude muss bei eingeschalteter Heizung gelüftet werden, da sie eine Zentralsteuerung besitzt. Die Möglichkeit die Heizung in den Ferien auszuschalten fehlt, da sie nur mit großem Aufwand wieder hochgefahren werden kann. Die Emissionen des Stromverbrauches sind etwas geringer als der Durchschnitt. Die Schulwegemissionen von Lehrer*innen und Schüler*innen liegen beide ebenfalls unter dem Durchschnitt. Dies liegt vermutlich an der guten Erreichbarkeit der Schule, aufgrund des flachen Geländes, und den ausreichenden Stellplatzmöglichkeit der Schule für Fahrräder. Diese sind unter den Schüler*innen auch das meistgenutzte Transportmittel (siehe Anlage 5). Die Emissionen der Klassenfahrten und Schüleraustausche liegt deutlich unter dem Durchschnitt, da in diesem Jahr keine größeren Schüleraustausche und kaum Flugreisen stattfanden. Die Schule macht in diesem Bereich eher wenig Angebote. Dass die Emissionen des Schulessens geringer sind, liegt hauptsächlich an der geringen Zahl an Essensteilnehmern. Die Schulen können aufgrund verschiedener Essensteilnehmerzahlen nicht miteinander verglichen werden. Auffällig ist aber, dass die Emissionen des vegetarischen Beispiessens signifikant geringer sind als die der Beispiessen mit Fleisch (siehe Anlage 8). Die Emissionen im Bereich Papierverbrauch sind etwas geringer als im Durchschnitt. Viele Schulen haben im Gegensatz zum FEG eine Solaranlage auf dem Dach, durch die sie ihre Emissionen im Bereich Stromverbrauch deutlich verbessern können. (Wuppertal Institut, Büro ö-quadrat) (siehe „CO₂-Berechnung für das FEG“ [nur digital verfügbar])

4. Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen des FEG

4.1 Szenario für eine klimaneutrale Schule

Eine Frage, die mit dieser Arbeit geklärt werden soll, ist: Ob und wie die Klimaneutralität des FEG erreicht werden kann? Um sie zu erreichen, müssen die Emissionen in allen Bereichen möglichst weit gesenkt werden.

Im Gebäudebereich ist dies zu erreichen, indem die Fernwärme, mit der das Schulgebäude geheizt wird, mit klimaneutral gewonnener Energie erwärmt wird. Aktuell kommt diese

Energie noch zu großen Teilen aus Kohle- und Gaskraftwerken (Stadtwerke Senftenberg, 2021). Fernwärme kann aber auch z.B. über Solarthermie oder Biogas erwärmt werden. Auch der Stromverbrauch kann nur klimaneutral werden, wenn der deutsche Strommix zu 100 % aus erneuerbaren Energien besteht. In diesem Jahr wurde bisher etwa die Hälfte des Strombedarfs aus erneuerbaren Energien gewonnen (Strom Report, 2023). Dies sind keine Maßnahmen, die von der Schule durchgeführt werden können, diese kann nur versuchen den Energieverbrauch durch effektivere und gezieltere Nutzung zu verringern.

Auch im Bereich Mobilität kann die Schule wenig zur Klimaneutralität beitragen. Aber sie kann die Bedingungen schaffen und fördern, dass jede/r Schüler*in und jede/r Lehrer*in mit dem ihr/ihm möglichen klimafreundlichsten Verkehrsmittel zur Schule kommt. Wenn dies alle Schüler*innen und Lehrer*innen umsetzen würden, könnten 48.846 kg CO₂ eingespart werden und damit die Emissionen für den Schulweg mehr als halbiert werden (siehe „Scenario Klimaneutral“ [nur digital vorhanden]). Aber für Personen, die weiter entfernt wohnen, ist es kaum möglich klimaneutral zur Schule zu gelangen. Wobei gerade diese durch ihren längeren Schulweg die meisten Emissionen verursachen. Hierfür ist es notwendig, den ÖPNV, besonders den Busverkehr in Senftenberg klimaneutral umzurüsten, indem statt der Dieselse Busse Wasserstoff- oder Elektrobusse eingesetzt werden. Auch Klassenfahrten können und sollen durchgeführt werden, aber durch die Verkehrsmittelwahl und die Nutzung von klimaneutralen Antrieben kann auch hier Klimaneutralität erreicht werden.

Im Bereich Beschaffung ist die Schule für Klimaneutralität darauf angewiesen, dass die Unternehmen, von denen sie Papier und Essen bezieht, klimaneutral werden. Die Schule selbst kann hier bei der Auswahl der Produkte Einfluss nehmen.

Eine Maßnahme, die einen erheblichen Anteil der Emissionen durch die Schule verhindern könnte, kann jedoch von der Schule zumindest teilweise selbst umgesetzt werden. Mit einer Solaranlage auf dem Schul- und Sporthallendach, könnte man beinahe die Hälfte der Emissionen verhindern, bzw. kompensieren.

An diesen Maßnahmen sieht man, dass es für die Schule unmöglich ist Klimaneutralität selbstständig zu erreichen. Mit eigenen Maßnahmen kann die Schule Ihre Emissionen nur begrenzt senken. Aber auch durch die Bundesregierung wird Klimaneutralität angestrebt. Sie hat sich zum Ziel gesetzt, dass Deutschland bis 2045 klimaneutral wird. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen all diese Maßnahmen umgesetzt werden. Diesem Ziel hinkt Deutschland jedoch hinterher und es sieht im Moment nicht so aus, als würde die Klimaneutralität rechtzeitig erreicht werden. Zumal auch bei Erreichen dieses Ziels mit erheblichen Klimafolgen zu rechnen ist (Umweltbundesamt, 2023).

4.2 Mögliche Sofortmaßnahmen

Unter Sofortmaßnahmen falle hauptsächlich Maßnahmen zur Beeinflussung des Verhaltens von Schüler*innen und Lehrer*innen aber auch zur Auswahl von Produkten. Diese Maßnahmen sind meist kostengünstig in der Umsetzung. Ihr Beitrag zur Klimaneutralität ist eher gering, trotzdem sollten sie umgesetzt werden, da sie ohne nennenswerte Planung sofort erfolgen können.

Dazu gehören Maßnahmen zur Achtsamkeit im Umgang mit Heizenergie, Strom und Papier. Umso geringer der Verbrauch von Energie und Material ist, umso geringer sind die Emissionen. Deshalb ist es wichtig, beides so effektiv und sparsam wie möglich zu nutzen. Dies ist auch teilweise in der Entscheidung von Schüler*innen und vor allem der Lehrer*innen. Durch Stoßlüften kann der Verlust der Heizenergie, trotz der Unmöglichkeit die Heizung abzudrehen minimal gehalten werden. Während bei dauerhaft angekippten oder offenen Fenstern dauernd Wärme entweicht, und die Heizung stark heizt, um dies auszugleichen. Auch das Ausschalten von nicht benötigten Lampen in den Toiletten oder Klassenräumen, bei ausreichend hellem Tageslicht, spart Energie. Das Abschalten von elektrischen Geräten wie Computer und Smartboards, nach der Benutzung ist in der Schule gut etabliert und sollte unbedingt fortgeführt werden. Sparsamkeit im Umgang mit Kopierpapier, durch doppelseitig bedruckte Arbeitsblätter und digitalen Aufgaben, und sparsame Nutzung des Handabtrockenpapiers helfen den Bedarf zu verringern. Dieses Verhalten kann zum Beispiel durch Informationen an die Klassen zur Notwendigkeit und Umsetzung dieser Sparmaßnahmen erreicht werden. Auch mit Schildern an Fenstern, Lichtschaltern, Handabtrockentuchspendern und Druckern kann man an diese Maßnahmen erinnern. Durch die regelmäßige Veröffentlichung des Verbrauchs und der Emissionen, z.B. monatlich bei Schulmeetings, kann man die Motivation für diese Maßnahmen aufrechterhalten. Auch durch einen Projekttag zum Thema könnte man die Aufmerksamkeit für diese Maßnahmen erhöhen. Diese Maßnahmen erfordern kaum Geld, sondern nur etwas Aufwand in der Umsetzung. Es ist nicht zu erwarten, dass durch diese Maßnahmen, eine große Reduktion der Emissionen erfolgt, zumal sie teilweise schon umgesetzt werden. Die Veränderung des Lüftungsverhalten kann vielleicht zu einer nennenswerten Reduktion der benötigten Heizenergie führen (siehe Anlage 9).

Eine weitere Sofortmaßnahme ist das Ersetzen des Frischfaserpapiers von Kopierpapier und Toilettenpapier durch Recyclingpapier. Als Handabtrockenpapier wird bereits Recyclingpapier verwendet. Recyclingpapier verursacht weniger CO₂-Emissionen, da für seine Herstellung kein frisches Holz benötigt wird, sondern altes Papier wiederverwendet wird. Außerdem wird für

die Herstellung meist weniger Energie und Wasser benötigt. Bei dem aktuellen Papierverbrauch der Schule, würden durch die Umstellung ca. 470 kg CO₂ eingespart werden (siehe „Scenario Klimaneutralität“ [nur digital vorhanden]). Das ist im Vergleich zu den Gesamtemissionen der Schule sehr wenig, aber die Maßnahme kann schon beim nächsten Papierkauf umgesetzt werden, indem Produkte aus Recyclingpapier ausgewählt werden. Da Recyclingpapier inzwischen ähnlich viel kostet wie Frischfaserpapier, sollten kaum zusätzliche Kosten entstehen (siehe Anlage 10).

Durch Fahrgemeinschaften könne mehrere Schüler*innen und Lehrer*innen, die weiter von der Schule entfernt, aber in der Nähe zueinander wohnen in einem Auto zur Schule fahren. Dadurch werden statt mehreren Autofahrten nur eine zurückgelegt und damit diese Emissionen mindestens halbiert. Durch Fahrradfahrgemeinschaften können vor allem jüngere Schüler sicher mit dem Fahrrad zur Schule kommen. Dadurch würden mehr Schüler Fahrrad statt Auto oder Bus fahren. Dadurch werden Emissionen gespart, da Fahrradfahren keine Emissionen verursacht. Laut der Umfrage könnten ca. 30 – 50 weitere Schüler*innen der Schule, von Länge ihres Schulweges her, mit dem Fahrrad fahren. Die Förderung von Fahrgemeinschaften von Lehrer*innen und Schüler*innen kann durch Ansprechen dieser Möglichkeit in der Schule und die Schaffung eines Portals zum Finden möglicher Fahrgemeinschaften (App, schwarzes Brett) erfolgen. Durch diese Maßnahme würde auch der Verkehr in der Stadt und besonders vor der Schule reduziert werden, wodurch auch die Unfallgefahr dort sinkt (siehe Anlage 11 und 12). Die Klassenräume im Schulgebäude werden mit Leuchtstoffröhren (NARVA T8-LT 36W) beleuchtet. Die Leuchtstoffröhren sollten, sobald sie kaputt gehen durch LEDs ersetzt werden. LEDs verbrauchen ca. die Hälfte an Energie und haben eine etwa doppelt so lange Lebensdauer wie Leuchtstoffröhren. Dadurch würde viel Strom gespart, und damit Emissionen durch den Stromverbrauch vermieden werden. Die Schule besitzt etwa 3.500 Lampen. Eine LED, die mit den aktuellen Leuchtstoffröhren (NARVA T8-LT 36W) vergleichbar ist, kostet etwa 10 € pro Stück. Die Gesamtkosten würden ca. 35.000 € betragen, diese Investition wäre sowieso nötig, weshalb keine Mehrkosten entstehen (Leuchtmittelmarkt.com, kein Datum) (Sanier.de, 2021). Diese Maßnahme hat außerdem geringere Stromkosten und geringere Kosten durch längere Lebensdauer der Lampen zur Folge (siehe Anlage 13).

4.3 Langfristige Maßnahmen

Langfristige Maßnahmen dauern meist Monate oder Jahre in der Umsetzung. Sie sind in der Regel teurer und erfordern mehr Aufwand als Sofortmaßnahmen. Diese Maßnahmen sollten aber trotzdem umgesetzt werden, da sie einen großen Beitrag zur Klimaneutralität leisten können. Unter langfristige Maßnahmen fallen hauptsächlich bauliche Veränderungen am Gebäude und Änderungen in der Infrastruktur. Diese Maßnahmen können von der Schule nicht, oder zumindest nicht ohne Hilfe umgesetzt werden.

Durch eine vegetarische Verpflegung könnte man die Emissionen für die Ernährung beinahe halbieren. Fleisch und tierische Produkte haben einen viel höheren CO₂-Fußabdruck als pflanzliche Zutaten. In einer Beispielrechnung mit den Essen eines Tages, hatte das vegetarische Essen einen jeweils weniger als halb so großen CO₂-Fußabdruck wie die beiden Essen mit Fleisch (siehe Abb. 6), die an diesem Tag angeboten wurden. Bio-Zutaten, haben einen besseren CO₂-Fußabdruck, da sie unter besseren Bedingungen angebaut werden. Für sie werden weniger Pestizide genutzt und weniger Wasser und Energie verbraucht. Lokale Zutaten haben einen besseren CO₂-Fußabdruck, da sie einen geringeren Transportweg hinter sich haben. Saisonale Zutaten verursachen weniger Emissionen, da sie keine Energie für Lagerung oder Beheizung benötigen. Nach einer Umfrage unter den Schüler*innen zu ihrer Meinung zur Veränderung, des Essensangebots, könnte man den Essensanbieter, um eine Änderung des Angebotes bitten. Hier ist es sehr wichtig, dass die Schüler*innen die Maßnahmen mittragen. Da Bio-Zutaten teurer sind, könnten sich die Essenspreise leicht erhöhen. Pflanzliche, lokale und saisonale Zutaten sind jedoch in der Regel billiger als Fleisch, tierische Produkte, importierte und gelagerte Zutaten. Eine fleisch- und tierproduktärmere Ernährung ist außerdem gesünder. Lokale und saisonale Zutaten können zur Verwendung von frischeren Lebensmitteln führen. Da das Essen immer für mehrere Monate im Voraus geplant wird, wird die Änderung Zeit in Anspruch nehmen. Mit der Umfrage kann man jedoch sofort beginnen (siehe Anlage 14). Auch durch eine frische Zubereitung des Schulessens vor Ort können Emissionen für den Transport und das wieder Aufwärmen des Essens in der Schule gespart werden. Dafür müsste man jedoch das komplette Essenskonzept der Schule ändern. Was dies an Emissionsminderung bringen würde, kann hier nicht erörtert werden da die Emissionen zum Transport der Lebensmittel nicht in die Emissionsberechnung einfließen.

Die meisten Emissionen der Schule entstehen durch die Heizenergie. Ein Teil dieser Energie wird wegen der Inflexibilität der Anlage sinnlos verbraucht. Vor allem durch das Laufenlassen der Anlage in den Ferien geht viel Heizenergie ungenutzt verloren. Das Überprüfen eines

möglichen Ersatzes der Heizanlage mit einer Wärmepumpe oder einer moderneren Anlage wäre sinnvoll. Durch eine Modernisierung der Heizungsanlage könnte vermutlich Energie und damit Emissionen eingespart werden. Der Einbau einer Wärmepumpe kann bei überflüssigem Ökostrom z.B. durch eine PV-Anlage sinnvoll sein. Eine Energieeffizienzberatung für das Schulgebäude ist in jedem Fall sinnvoll. Auch die Dämmung des Gebäudes und Isolierung der Fenster sollte überprüft werden, da auch dadurch der Verlust von Wärme und damit Energie verhindert werden kann. Eine Energieberatung kann von ein paar hundert bis über tausend Euro kosten. Bei einem möglichen Umbau muss man mit mehreren zehntausend Euro rechnen, aber auch mit geringeren Heizenergiekosten durch einen geringeren Heizenergieverbrauch (siehe Anlage 15).

Die Maßnahme mit dem weitaus größten Effekt wäre die Installation einer Solaranlage auf dem Schul- und Sporthallendach. Der mit der Solaranlage generierte Strom ist klimaneutral und kann entweder von der Schule direkt genutzt werden oder in das Stromnetz eingespeist werden. Dadurch werden die Emissionen für den Stromverbrauch verringert. Wenn der Strom in das Netz eingespeist wird, können ihn auch andere nutzen, somit steht mehr Strom aus erneuerbaren Energien zur Verfügung, wodurch weniger Strom aus fossilen Energien benötigt wird. Laut dem Energieportal Brandenburg ist das Schuldach für eine Solaranlage gut geeignet und das Sporthallendach zur Hälfte gut geeignet und zur Hälfte geeignet (Energieportal Brandenburg, 2022). Durch eine Solaranlage von der Größe des Schul- und des halbem Sporthallendachs von ca. 2.854 m² würde man auf einen jährlichen Ertrag von ca. 340.014 kWh kommen. Das ist einiges mehr als der jährliche Stromverbrauch von 150.350 kWh. Bei einem so großen Ertrag würde sich eine Einspeisung des Stroms in das Netz auf jeden Fall lohnen. Insgesamt würden mit dieser Anlage ca. 137.148 kg CO₂ gespart werden, was 46% der aktuellen Emissionen wären. Anlagen sind meist bis 1800 € pro kWp (Kilowatt Peak, Einheit für die Leistung von Solaranlagen) wirtschaftlich, das würde bei dieser Anlage einem Preis von ca. 719.280 € entsprechen. Große Anlagen können aber durchaus einen geringeren Preis pro kWp haben. Außerdem werden die Anlagen oft staatlich bezuschusst. Bei einer Volleinspeisung würde die Anlage bei einem Strompreis von 11,6 ct pro kWh ca. 39.673,62 € im Jahr abwerfen (siehe „Scenario Klimaneutralität“ [nur digital vorhanden]). Damit hätte sich die Anlage in knapp 20 Jahren gerechnet, was der Amortisierungsdauer einer üblichen Solaranlage entspricht. Bei einer Kombination aus Nutzung und Einspeisung würde sich die Anlage sogar früher rechnen, da Strom zu kaufen einiges teurer ist als der Preis, den man für die Einspeisung von Strom bekommt (Weigl & Rutschmann, 2023). Die Anlage könnte vom Schulträger und/oder über ein Crowdfunding der Eltern der Schüler finanziert werden. Eine Methode, mit der andere Schulen

gute Erfragungen gemacht haben. Eine Überprüfung, ob eine PV-Anlage auf dem Schuldach installiert werden kann, sollte beauftragt werden. Mit Beratung, Beantragung und Netzanschluss kann die Installation einer PV-Anlage mindestens mehrere Monate wahrscheinlich eher 1 bis 3 Jahre dauern. Für die Umsetzung wären Schulleitung und Schulträger verantwortlich. (siehe Anlage 16).

Emissionen im Verkehrsbereich können durch einen attraktiveren und klimaneutralen Busverkehr in Senftenberg und Umgebung vermindert werden. Durch einen günstigeren, zuverlässigeren und schnelleren Busverkehr, dessen Busse in kürzeren Abständen fahren wäre dessen Nutzung deutlich angenehmer. Durch die angenehmere Nutzung des Busverkehrs werden hoffentlich mehr Schüler*innen und Lehrer*innen von Auto und Motorrad auf den Busverkehr umsteigen, welcher weniger Emissionen verursacht als diese. Die Kosten und Umsetzung müsste der Landkreis OSL bzw. die Verkehrsgesellschaft Oberspreewald Lausitz tragen. Es ist auch in ihrem Sinne, dass der Busverkehr stärker genutzt wird. Die Schule kann sich hier nur mit der Verkehrsgesellschaft Oberspreewald Lausitz, dem Landkreis oder dem Bürgermeister in Verbindung setzen und um die Umsetzung der Maßnahme bitten. Die gesamte Maßnahme würde mehrere Monate oder 1 bis 2 Jahre dauern (siehe Anlage 17).

Auch wenn Busverkehr umweltfreundlicher als Autofahren ist, auch Busse stoßen Abgase aus und verursachen Emissionen. Gerade wenn der Busverkehr durch die vorhergegangene Maßnahme mehr genutzt wird, ist es wichtig auch den Busverkehr klimaneutral zu gestalten. Elektro- und Wasserstoffbusse können klimaneutral sein, wenn die Energie, aus der der Strom für den Elektrobus (E-Bus) oder die Elektrolyse zur Herstellung des Wasserstoffs aus erneuerbaren Quellen kommt. Deshalb sollten die Dieselsebusse bei notwendiger Neuanschaffung eines Busses durch Wasserstoff- oder E-busse ersetzt werden. Die Verkehrsgesellschaft OSL hat bereits E-Busse in Senftenberg getestet. Ein E-Bus kostet etwa 600.000 € und eine Ladeinfrastruktur wird zusätzlich benötigt. E-Busse sind jedoch im Betrieb günstiger als Dieselsebusse. Die Kosten würden der Landkreis OSL bzw. die Verkehrsgesellschaft Oberspreewald Lausitz tragen (K., 2023). Ab 2027 sollen im Landkreis OSL nur noch emissionsarme Busse angeschafft werden (Niederlausitz aktuell, 2022). Das könnte früher geschehen, sobald eine Ladeinfrastruktur vorhanden ist, sollte jeder defekte Bus durch eine E-Bus ausgetauscht werden. Elektrobusse sind leiser als Dieselsebusse, der Austausch würde also den Stadtlärm reduzieren. Auch zur Durchführung dieser Maßnahme kann die Schule nur durch Kommunikation mit dem Landkreis, zur Beschleunigung oder zumindest Einhaltung ihres Ziels, beitragen. (siehe Anlage 18)

5. Fazit

Klimaneutralität am FEG und überall ist notwendig. Je schneller sie umgesetzt wird, desto weniger katastrophal werden die Auswirkungen der Klimakrise sein. Denn die, durch den Ausstoß an Treibhausgasen zurückreflektierte Wärme, heizt unseren Planeten auf, was die Ökosysteme auf der Erde durcheinanderbringt und extremere Wetterereignisse verursacht. Wie schnell wir es als Menschheit schaffen klimaneutral zu werden, bestimmt maßgeblich, wie wir in ein paar Jahrzehnten leben werden. Mit der Hilfe des CO₂-Rechners von School4Future konnte der Beitrag der Schule am Klimawandel auf ca. 300 t CO₂ pro Jahr beziffert werden. Das ist zwar ein geringer Beitrag im Vergleich zu großen Unternehmen oder gar ganzen Ländern, aber um die Klimakrise abzuschwächen, müssen Emissionen überall reduziert werden, wo es möglich ist. Durch die CO₂-Bilanz wurden die Bereiche sichtbar, in denen dies am FEG möglich ist. Die Berechnung hat aber auch gezeigt, wie schwierig es einerseits ist, die Emissionsquelle zu finden und deren Einfluss zu beziffern, und andererseits Maßnahmen zu finden, die diese Emissionen verhindern oder zumindest reduzieren. Die in dieser Arbeit aufgeführten CO₂-Berechnungen können Ungenauigkeiten aufgrund von Besonderheiten des Jahres 2022, wie der Coronakrise und der Umbaumaßnahmen der Schule, aufweisen. Gerade nach dem Umbau können sich die Emissionen stark verändert haben, deshalb wird empfohlen, die Berechnung der Emissionen nach abgeschlossenem Umbau zu wiederholen. Aber auch die Mobilitätsumfrage kann wegen der begrenzten Zahl der Teilnehmer, insbesondere bei den Lehrern, Ungenauigkeiten aufweisen. Trotz allem zeigt diese Berechnung grundlegend, wo das FEG viele und wo wenig Emissionen verursacht und wo man ansetzen kann, um diese zu verhindern.

Eine vollständige Klimaneutralität am FEG ist möglich, kann aber nicht durch die Schulgemeinschaft allein durchgeführt werden, dafür müssen viele andere Akteure, wie die Stadt, der Verkehrsbund und der Essensanbieter klimaneutral werden. Aber es gibt Maßnahmen, mit denen sich die Schule selbständig in Richtung Klimaneutralität bewegen kann. Gerade eine PV-Anlage auf dem Dach könnte beinahe für eine Halbierung der Emissionen sorgen. Dies ist eine Maßnahme, die viele Schulen bereits umgesetzt haben und die sich vermutlich sogar wirtschaftlich lohnen würde. Aber alle Maßnahmen sollten geprüft und gegebenenfalls umgesetzt werden. Möglicherweise ist nicht jede der hier aufgeführten Maßnahmen sinnvoll und umsetzbar und wahrscheinlich gibt es noch andere Maßnahmen, die eine Reduktion von Treibhausgasen erwirken würden. Wichtig ist, dass das Problem bald angegangen wird, denn die Klimakrise wartet nicht und jeder kann etwas tun.

6. Quellennachweise

6.1 Literaturverzeichnis

- Albert-Seifried, S., Tholen, L., & Wagner, O. (kein Datum). Anleitung zur Nutzung des CO₂-Rechners für Schulen. Abgerufen am 03. 10 2023 von Schools4Future: schools4future.de
- Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, C., Mintenbeck, K., Möller, V., . . . Tignor, M. (2022). Sechster IPCC-Sachstandsbericht, Beitrag von Arbeitsgruppe I: Hauptaussagen. Abgerufen am 01. 09 2023 von www.de-ipcc.de
- Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, C., Mintenbeck, K., Möller, V., . . . Tignor, M. (2022). Sechster IPCC-Sachstandsbericht, Beitrag von Arbeitsgruppe II, Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit. Abgerufen am 22. 09 2023 von www.de-ipcc.de
- Dietsch, B. (07. 02 2023). 5 Tipps, wie du am besten CO₂ kompensierst. Abgerufen am 29. 09 2023 von flip: letsflip.de
- Eckert, W. (30. 08 2021). Klimaneutral, CO₂-neutral - nicht egal. Abgerufen am 29. 09 2023 von Tagesschau: www.tagesschau.de
- Energieportal Brandenburg. (03 2022). Abgerufen am 25. 10 2023 von energieportal-brandenburg.de/cms/inhalte/tools/solaratlas-brandenburg/mein-dach
- K., S. (22. 09 2023). Mobilitätsmagazin von bundes-katalog.org. Abgerufen am 26. 10 2023 von E-Bus: Die Zukunft im öffentlichen Nahverkehr?: <https://www.bussgeldkatalog.org/e-bus/>
- Leuchtmittelmarkt.com. (kein Datum). Abgerufen am 24. 10 2023 von T8 LED Röhre 120cm: <https://www.leuchtmittelmarkt.com/led-leuchtmittel/led-roehren-1200mm-ersetzt-36w/>
- Leuchtstoffröhren werden verbannt. (24. 08 2023). Abgerufen am 03. 11 2023 von Tagesschau: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/leuchtstoffroehren-eu-verbot-led-energieverbrauch-quecksilber-100.html>
- Niederlausitz aktuell. (21. 01 2022). Abgerufen am 26. 10 2023 von OSL testet Elektrobusse in Senftenberg: www.niederlausitz-aktuell.de/niederlausitz-aktuell/orte/oberspreewald-lausitz/senftenberg
- ntv. (18. 07 2022). Abgerufen am 01. 09 2023 von Latif: 1,5-Grad-Ziel nicht mehr erreichbar: ntv.de

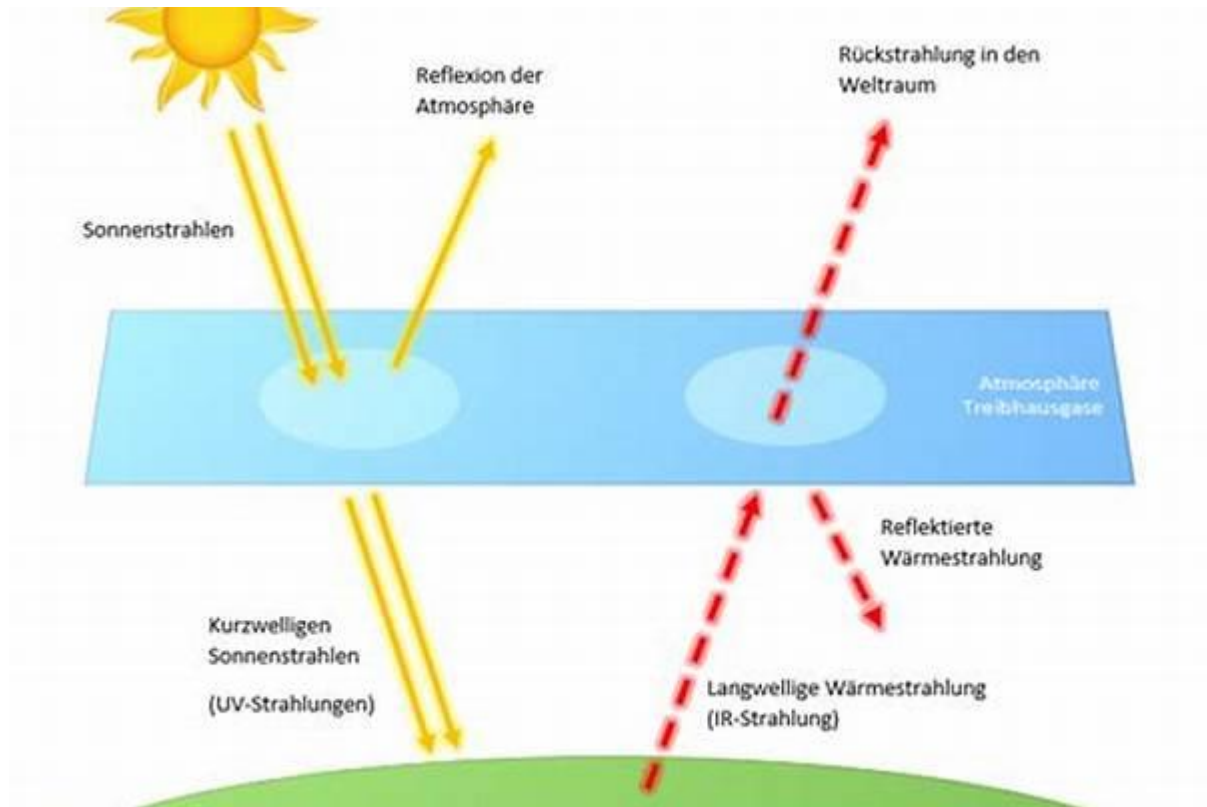
- Sanier.de, R. v. (08. 12 2021). Sanier.de. Abgerufen am 24. 10 2023 von Leuchtstoffröhren durch LED-Röhren ersetzen: www.sanier.de/elektroinstallation/leuchtstoffroehren-durch-LED-roehren-ersetzen
- Stadtwerke Senftenberg. (2021). Abgerufen am 27. 10 2023 von Fernwärme: www.stadtwerke-senftenberg.de/de/fernwaerme/
- Statista Research, D. (29. 08 2023). Statista. Abgerufen am 08. 09 2023 von CO2-Emissionen weltweit in den Jahren 1960 bis 2021: de.statista.com
- Strom Report. (2023). Abgerufen am 27. 10 2023 von STROMMIX DEUTSCHLAND: AKTUELLE STROMERZEUGUNG 2023: <https://strom-report.com/strom/>
- Über Schools4Future. (kein Datum). Abgerufen am 29. 09 2023 von Schools4Future: <https://schools4future.de>
- Umweltbundesamt. (23. 04 2021). Abgerufen am 02. 09 2023 von Klima und Treibhauseffekt, Grundlagen: www.umweltbundesamt.de
- Umweltbundesamt. (02. 05 2023). Abgerufen am 01. 09 2023 von Treibhausgasminderungsziele Deutschland: www.umweltbundesamt.de
- Wagner, O. (06. 09 2023). Notwendigkeit und Maßnahmen für Klimaneutralität am Friedrich-Engels-Gymnasium. (A. Totsche, Interviewer)
- Weigl, B., & Rutschmann, I. (28. 06 2023). Finanztip. Abgerufen am 25. 10 2023 von In 7 Schritten zur Solaranlage: So lohnt sie sich für Dich: www.finanztip.de/photovoltaik/pv-anlage-kaufen/
- Wuppertal Institut, Büro ö-quadrat. (2022. 12 02). Der CO2-Rechner für Schulen. Abgerufen am 03. 10 2023 von Schools4Future: schools4future.de
- Wuppertal Institut, Büro ö-quadrat. (kein Datum). Energie- und CO2-Bilanz der #Name der Schule eintragen. Wuppertal: Wuppertal Institut. Abgerufen am 03. 10 2023

6.2 Bildquellen

Abbildung 1, Verteilung der CO₂-Emissionen des FEG
(„CO₂-Berechnung für das FEG“ [nur digital verfügbar])

Weitere Bildquellen im Anhang

7. Anhang



Anlage 1, Darstellung des Treibhauseffekts (klimawandelsanderbessems.blogspot.com) 23.10.2023



Anlage 2, Logo von Schools4Future (schools4future.de/das-projekt) 23.10.2023

Anlage 3, Emissionsfaktoren (Wuppertal Institut, Büro ö-quadrat)

Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien

Bezeichnung	Einheit	Wert in kg CO ₂	Quelle
Erdgas	m ³	2,471 kg CO ₂	
			Öko-Institut: Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der
Erdgas	kWh	0,252 kg CO ₂	Bereitstellungsvorketten Link
Heizöl	Liter	3,178 kg CO ₂	
			Öko-Institut: Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der
Heizöl	kWh	0,318 kg CO ₂	Bereitstellungsvorketten Link
Holz (Hackschnitzel)	kg	0,074 kg CO ₂	
Holz (Hackschnitzel)	srm	22,200 kg CO ₂	mit 300 kg/srm
Holz (Pellets)	kg	0,120 kg CO ₂	
Fernwärme	kWh	0,261 kg CO ₂	
Strommix 2022	kWh	0,420 kg CO ₂	Schätzwert
Ökostrom	kWh	0,420 kg CO ₂	Schätzwert
Stromerzeugung durch BHKW	kWh	0,840 kg CO ₂	Vermiedene CO ₂ -Emissionen aus fossiler Erzeugung
Liter Benzin mit Vorkette	Liter	3,055 kg CO ₂	Wuppertal Inst. Link
Liter Diesel mit Vorkette	Liter	3,058 kg CO ₂	Wuppertal Inst. Link

Verkehr & Mobilität

Bezeichnung	Einheit	Wert in g CO ₂ /km	Quelle
Schulbus 2022	pro km	31	eigene Berechnung
Linienbus (Nahverkehr) 2022	pro km	83	Platzhalter
andere ÖPNV (S-Bahn/Bahn, ...) 2022	pro km	55	Platzhalter
E-Bike / E-Scooter	pro km	4	eigene Berechnung
Moped / Motorrad	pro km	60	eigene Berechnung
Auto (Kleinwagen) 2022	pro km	122	Schätzwert
Auto (Mittelklasse) 2022	pro km	152	Platzhalter
Auto (Oberklasse/SUV) 2022	pro km	190	Schätzwert
Auto-Fahrgemeinschaft 2022	pro km	85	eigene Berechnung
E-Auto (rein elektrisch) 2022	pro km	84	eigene Berechnung
Reisebus (pro Person bei 50% Auslastung)	pro km	26	eigene Berechnung

Reisebus komplett	pro km	650	eigene Berechnung	
Eisenbahn Fernverkehr 2022	pro km	29	Platzhalter	
Flugzeug Inland 2022	pro km	214	Platzhalter	
Flugzeug Ausland 2022	pro km	209	Umweltbundesamt	-

Ernährung & Beschaffung

Die Emissionen für Zutaten sind im CO₂-Rechner, Reiter „Kantine“ hinterlegt.

Bezeichnung	Einheit	Wert in kg CO ₂	Quelle	
Frischfaserpapier	pro kg	1,06	Papiernetz.de	Link
Recyclingpapier	pro kg	0,886	Papiernetz.de	Link

Anlage 4, Umfrage zur Mobilität von Schüler*innen und Lehre*innen

Seminararbeit: Klimaneutralität - Mobilität

Ich berechne für meine Seminararbeit die CO₂ Emissionen unserer Schule.

Dafür benötige ich Informationen über die Mobilität von Schülern und Lehrern.

Bitte nimm dir kurz (1-2 min) Zeit, um die Fragen zu beantworten.

Die Umfrage ist anonym.

Vielen Dank

In welcher Rolle sind Sie / bist du an der Schule?

*

- () Schüler/Schülerin
- () Lehrerin/Lehrer

Wie weit ist es von Ihrer / deiner Haustür bis zum Schulgelände? Angabe in km

*

Bevorzugtes Verkehrsmittel im Frühjahr, Sommer und Herbst:

*

- () zu Fuß
- () Fahrrad
- () Bus
- () Moped/Motorrad
- () Auto (Kleinwagen)
- () Auto (Mittelklasse)
- () Auto (Oberklasse/SUV)
- () E-Bike / E-Scooter
- () Sonstiges:

Bevorzugtes Verkehrsmittel im Winter

*

- () zu Fuß
- () Fahrrad
- () Bus
- () Moped/Motorrad
- () Auto (Kleinwagen)
- () Auto (Mittelklasse)
- () Auto (Oberklasse/SUV)
- () E-Bike / E-Scooter
- () Sonstiges:

Zusätzliche Anmerkung zur Verkehrsmittelwahl (optional)

Dauer des täglichen Schulweges? Angabe in Minuten

In welchem Ort oder Stadtteil wohnen Sie / wohnst Du?

Geschlecht

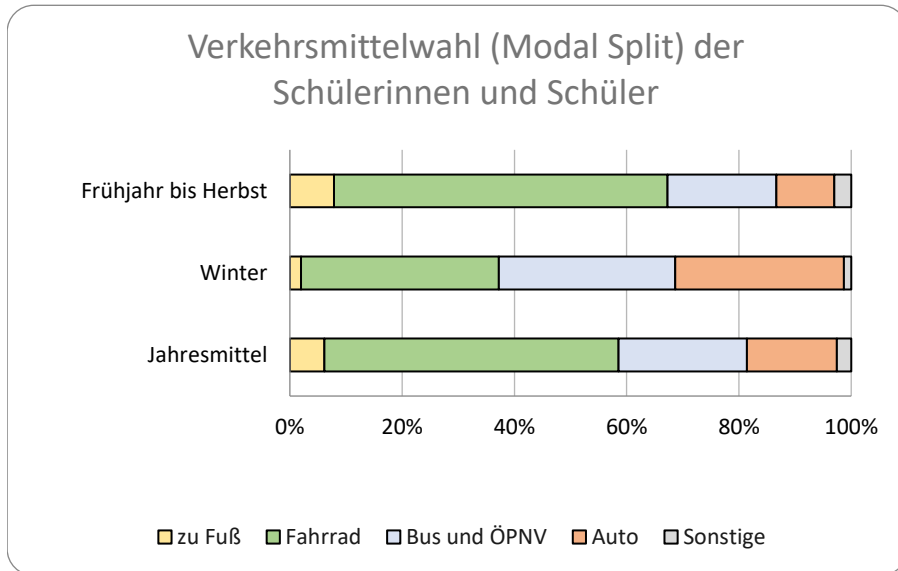
- () weiblich
- () männlich

- () divers / keine Angaben

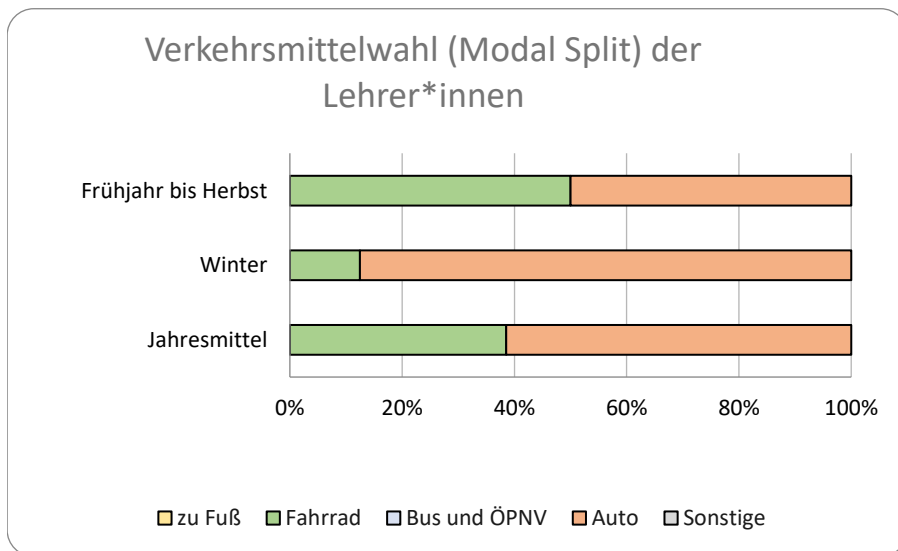
Die nächsten Fragen sind nur für Schülerinnen und Schüler.

In welche Klasse gehst du?

Wie alt bist du?



Anlage 5, Verkehrsmittelwahl der Schüler*innen des FEG („CO2-Berechnung für das FEG“ [nur digital verfügbar])



Anlage 6, Verkehrsmittelwahl der Lehrer*innen („CO2-Berechnung für das FEG“ [nur digital verfügbar])

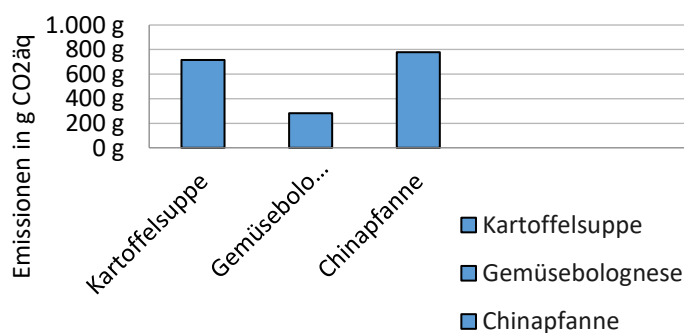
Anlage 7, CO₂-Emissionen des EFG im Vergleich zu anderen Schulen

Gebäudeenergie	Emissionen des FEG	Durchschnittlicher Emissionen einer Schule dieser Größe
Wärmebedarf	127.098 kg CO ₂	114.835 kg CO ₂
Stromverbrauch	58.916 kg CO ₂	61.285 kg CO ₂
Zwischenbilanz Gebäudeenergie:	186.014 kg CO₂	176.120 kg CO₂

Verkehr & Mobilität	Emissionen des FEG	Durchschnittlicher Emissionen einer Schule dieser Größe
Schulweg Schüler*innen	69.765 kg CO ₂	71.995 kg CO ₂
Schulweg Lehrer*innen	22.049 kg CO ₂	29.750 kg CO ₂
Klassenfahrten	6.919 kg CO ₂	33.915 kg CO ₂
Schüleraustausch	1.383 kg CO ₂	
Zwischenbilanz Verkehr & Mobilität	100.116 kg CO₂	135.660 kg CO₂

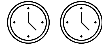
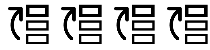

Ernährung & Beschaffung	Emissionen des FEG	Durchschnittlicher Emissionen einer Schule dieser Größe
Schulkantine	7.043 kg CO ₂	20.825 kg CO ₂
Beschaffung / Papier	3.004 kg CO ₂	4.165 kg CO ₂
Zwischenbilanz Ernährung & Beschaffung	10.047 kg CO₂	24.990 kg CO₂

Gesamtemissionen	296.176 kg CO₂	336.175 kg CO₂
Gesamtemissionen pro Schüler*in	498 kg CO₂	565 kg CO₂








Treibhausgasemissionen der einzelnen Gerichte
in g CO₂äqAnlage 8, Treibhausgasemissionen der einzelnen Gerichte in g CO₂äq
(„CO₂-Berechnung für das FEG“ [nur digital verfügbar])

Anlage 9, Achtsamkeit im Umgang mit Energie und Papier erhöhen





Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Achtsamkeit im Umgang mit Energie und Papier erhöhen	
Maßnahmencluster: Energie, Beschaffung	
Zuständigkeit für Umsetzung: Schüler*innen und Lehrer*innen	
Zielgruppe(n): Schüler*innen, Lehrer*innen	
Beschreibung der Maßnahme: Erhöhung der Achtsamkeit im Umgang mit Strom, Heizenergie und Papier der Schüler*innen und Lehrer*innen durch Information an die Klassen und Schilder im Schulhaus zur Erinnerung ans ausschalten von Licht und elektrischen Geräten, am Kopierer und Handabtrockpapierspender zur Erinnerung an eine Sparsamkeit im Umgang mit Papier, im Schulhaus zur Erinnerung an kurzes Stoßlüften. Regelmäßige Veröffentlichungen des Strom-, Heizenergie-, Kopier- und Handabtrockpapierverbrauchs, um den Erfolg der Maßnahmen zu beobachten und die Motivation aufrecht zu erhalten. Möglicherweise ein Projekttag zum Thema Nachhaltigkeit/Energiesparen.	
Klimaschutzbeitrag: Verringerung des Stromverbrauchs und damit der Emissionen für Stromherstellung. Verringerung des Heizenergieverbrauchs und damit der Emissionen für Wärme. Verringerung des Papierverbrauch und damit geringerer Bedarf an Papier, dessen Herstellung Emissionen verursacht.	
Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Kaum Zusatzkosten erwartet. Etwas Aufwand für Umsetzung notwendig.	
Zeitraum der Durchführung: Kann sofort durchgeführt werden. Benötigt höchstens ein paar Wochen Vorbereitungszeit.	
Beitrag zur Schulgemeinschaft: Zusammenarbeit der Schüler*innen und Lehrer*innen an der Verringerung der Emissionen.	
Erfolgsindikatoren: Geringerer Strom-, Heizenergie-, Kopier- und Handabtrockpapierverbrauch	
Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: /	
Zusatzeffekte: Geringerer Stromverbrauch und damit Stromkosten. Geringerer Heizenergieverbrauch und damit Energiekosten. Geringere Kosten für die Anschaffung von Papier, durch den geringeren Verbrauch.	
	Bewertung (niedrig bis hoch)
	Kosten €
	Klimaschutzbeitrag  

Handlungsschritte: <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßig Informationen an die Klassen verteilen • Schilder im Schulhaus verteilen, die an die Maßnahmen erinnern • Regelmäßige z.B. monatliche Besorgung der Daten und Veröffentlichung z.B. bei Schulmeetings • Projekttag durchführen 	Zeithorizont	
	Priorität	
	Umsetzung durch	

Anlage 10, Umstellung auf Recyclingpapier

Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Umstellung auf Recyclingpapier			
Maßnahmencluster: Beschaffung			
Zuständigkeit für Umsetzung: Schulleitung			
Zielgruppe(n): /			
Beschreibung der Maßnahme: Ersetzen des Frischfaserpapiers beim Kopierpapier und Toilettenpapier durch Recyclingpapier. Als Handabtrockenpapier wird bereits Recyclingpapier verwendet.			
Klimaschutzbeitrag: Recyclingpapier verursacht weniger CO ₂ -Emissionen, da für seine Herstellung kein frisches Holz benötigt wird, sondern altes Papier wiederverwendet wird. Für die Herstellung wird weniger Energie und Wasser benötigt. Bei dem aktuellen Papierverbrauch der Schule, würden durch die Umstellung ca. 470 kg CO ₂ eingespart werden.			
Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Recyclingpapier kostet inzwischen ähnlich viel wie Frischfaserpapier. Keine zusätzlichen Kosten.			
Zeitraum der Durchführung: Bei der nächsten Bestellung von Kopier- und Toilettenpapier kann ein recyceltes Produkt gewählt werden.			
Beitrag zur Schulgemeinschaft: /			
Erfolgsindikatoren: Wenn in der Schule Recycling- statt Frischfaserpapier genutzt wird, war die Maßnahme erfolgreich.			
Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: /			
Zusatzeffekte: /			
Handlungsschritte: <ul style="list-style-type: none"> Die Schulleiterin oder den /die Verantwortliche für den Einkauf von Kopier- und Toilettenpapier davon überzeugen Recyclingpapier zu kaufen. 	Bewertung (niedrig bis hoch)		
	Kosten	€	
	Klimaschutzbeitrag	 	
	Zeithorizont		
	Priorität	  	
	Umsetzung durch		

Anlage 11, Autofahrgemeinschaften fördern

<p>Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Autofahrgemeinschaften fördern Maßnahmencluster: Verkehr und Mobilität Zuständigkeit für Umsetzung: Schüler*innen, Lehrer*innen, Schulleitung Zielgruppe(n): Schüler*innen, Lehrer*innen</p>		
<p>Beschreibung der Maßnahme: Förderung von Autofahrgemeinschaften von Lehrer*innen und Schüler*innen, durch Ansprechen dieser Möglichkeit in der Schule und ein Portal zum Finden möglicher Fahrgemeinschaften (App, schwarzes Brett).</p>		
<p>Klimaschutzbeitrag: Durch Fahrgemeinschaften könne mehrere Schüler*innen und Lehrer*innen die weiter von der Schule entfernt, aber in der Nähe zueinander wohnen in einem Auto zur Schule fahre. Dadurch werden statt mehreren Autofahrten nur eine zurückgelegt und damit die Emissionen mindesten halbiert.</p>		
<p>Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung Es sind keine Kosten zu erwarten. Etwas Aufwand, um die Möglichkeit bekannt zu machen und zum Einrichten einer Vernetzungsmöglichkeit.</p>		
<p>Zeitraum der Durchführung: Die Maßnahme kann sofort umgesetzt werden. Es werden ein paar Tage zum Einrichten der Vernetzungsmöglichkeit benötigt.</p>		
<p>Beitrag zur Schulgemeinschaft: Durch diese Maßnahmen können sich Schüler*innen und Lehre*innen kennenlernen, die ansonsten keine Berührungspunkte haben.</p>		
<p>Erfolgsindikatoren: Der Erfolg lässt sich an der Anzahl der Autos feststelle, die jeden Tag zur Schule fahren. Dies müsste in einer Umfrage erfragt werden.</p>		
<p>Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: Weniger Autos im Stadtbild und vor der Schule.</p>		
<p>Zusatzeffekte: Verringerung der Fahrkosten für die Teilnehmer an Fahrgemeinschaften.</p>		
<p>Handlungsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Möglichkeit unter den Schüler*innen und Lehrer*innen bekanntmachen Möglichkeit zur Findung von Fahrgemeinschaften einrichten 	<p>Bewertung (niedrig bis hoch)</p>	
	<p>Kosten</p>	<p>€</p>
	<p>Klimaschutzbeitrag</p>	<p></p>
	<p>Zeithorizont</p>	<p></p>
	<p>Priorität</p>	<p></p>
	<p>Umsetzung durch</p>	<p></p>





Anlage 12, Fahrradfahrgemeinschaften fördern


Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Fahrradfahrgemeinschaften fördern			
Maßnahmencluster: Verkehr und Mobilität			
Zuständigkeit für Umsetzung: Schüler*innen, Lehrer*innen			
Zielgruppe(n): Schüler*innen, Lehrer*innen			
Beschreibung der Maßnahme: Förderung von Fahrradfahrgemeinschaften von Lehrer*innen und Schüler*innen, durch Bekanntmachen dieser Möglichkeit in der Schule und ein Portal zum Finden möglicher Fahrgemeinschaften (App, schwarzes Brett). Vor allem für jüngere Schüler*innen sinnvoll, für die es unsicher ist einen langen Schulweg allein zu fahren. Auch für ältere, da gemeinsam Fahrradfahren mehr Spaß macht als allein.			
Klimaschutzbeitrag: Der Schulweg hat einen beträchtlichen Anteil an den Emissionen. Fahrradfahren verursacht keine Emissionen. Von ihrer Wegstrecke her könnten 30 – 50 Personen mehr Fahrrad fahren.			
Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Es sind keine Kosten zu erwarten. Etwas Aufwand, um die Möglichkeit bekannt zu machen und zum Einrichten einer Vernetzungsmöglichkeit.			
Zeitraum der Durchführung: Die Maßnahme kann sofort umgesetzt werden. Es werden ein paar Tage zum Einrichten der Vernetzungsmöglichkeit benötigt.			
Beitrag zur Schulgemeinschaft: Durch diese Maßnahmen können sich Schüler*innen und Lehrer*innen kennenlernen, die ansonsten keine Berührungspunkte haben.			
Erfolgsindikatoren: Wenn mehr Schüler*innen und Lehrer*innen mit dem Fahrradfahren zur Schule kommen.			
Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: Mehr Fahrradverkehr, weniger Straßenverkehr oder Busnutzung.			
Zusatzeffekte: /			
Handlungsschritte: <ul style="list-style-type: none"> • Die Möglichkeit unter den Schüler*innen und Lehrer*innen bekanntmachen • Möglichkeit zur Findung von Fahrgemeinschaften einrichten 	Bewertung (niedrig bis hoch)		
	Kosten	€	
	Klimaschutzbeitrag		
	Zeithorizont		
	Priorität		
	Umsetzung durch		

Anlage 13, Austausch der Leuchtmittel

Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Austausch der Leuchtmittel Maßnahmencluster: Energie Zuständigkeit für Umsetzung: Schulleitung, Schulträger Zielgruppe(n): /		
Beschreibung der Maßnahme: Ersetzen der Leuchtstoffröhren durch LEDs für die Beleuchtung des Schulgebäudes.		
Klimaschutzbeitrag: LEDs verbrauchen ca. die Hälfte an Energie und haben eine etwa doppelt so lange Lebensdauer wie Leuchtstoffröhren. Dadurch würde viel Strom gespart, und damit Emissionen durch den Stromverbrauch vermieden. Der Verkauf von Leuchtstoffröhren vom Typ T8 ist seit 24.08.2023 in der EU verboten. (Leuchtstoffröhren werden verbannt, 2023)		
Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Die Schule besitzt etwa 3.500 Lampen. Eine LED die mit den aktuellen Leuchtstoffröhren (NARVA T8-LT 36W) vergleichbar ist kostet etwa 10 €. Da man die Lampen meist problemlos weiterverwenden kann würden die Gesamtkosten ca. 35.000 € betragen. Sowieso nötig, keine Mehrkosten. (Leuchtmittelmarkt.com, kein Datum) (Sanier.de, 2021)		
Zeitraum der Durchführung: Die Leuchtstoffröhren sollten, sobald sie kaputt gehen durch LEDs ersetzt werden.		
Beitrag zur Schulgemeinschaft: /		
Erfolgsindikatoren: Verringerter Stromverbrauch.		
Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: /		
Zusatzeffekte: Geringere Stromkosten. Geringere Kosten durch längere Lebensdauer der Lampen. Insgesamt sollte diese Maßnahme einen positiven Kosteneffekt haben.		
Handlungsschritte: <ul style="list-style-type: none"> • Austauschen der Leuchtstoffröhren mit LEDs • ist bei defekt der Lampen sowieso notwendig. 	Bewertung (niedrig bis hoch)	
	Kosten	
	Klimaschutzbeitrag	
	Zeithorizont	
	Priorität	
	Umsetzung durch	

Anlage 14, Verringerung der Emissionen durch Änderung des Essensangebots

Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Verringerung der Emissionen durch Änderung des Essensangebots Maßnahmencluster: Beschaffung Zuständigkeit für Umsetzung: Schulleitung, Essensanbieter (Vielfaltmenü) Zielgruppe(n): Schüler*innen, Lehrer*innen		
Beschreibung der Maßnahme: Den Essensanbieter um eine Veränderung des Angebots bitten. Größerer Anteil an vegetarischen Essen im Speiseplan. Tage, an denen es nur vegetarische Essen gibt. Vegane Essen anbieten. Mehr Bio-Zutaten. Mehr lokal produzierte Zutaten. Mehr saisonale Zutaten.		
Klimaschutzbeitrag: Fleisch und tierische Produkte haben einen viel höheren CO ₂ -Fußabdruck als Pflanzliche Zutaten. In einer Beispielrechnung mit den Essen eines Tages, hatte das vegetarische Essen einen jeweils weniger als halb so großen CO ₂ -Fußabdruck wie die beiden Essen mit Fleisch. Bio-Zutaten, haben einen besseren CO ₂ -Fußabdruck, da sie unter besseren Bedingungen angebaut werden. Für sie werden weniger Pestizide genutzt, weniger Wasser und Energie verbraucht. Lokale Zutaten haben einen besseren CO ₂ -Fußabdruck, da sie einen geringeren Transportweg haben. Saisonale Zutaten verursachen weniger Emissionen, da sie keine Energie für Lagerung oder Beheizung benötigen.		
Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Bio-Zutaten sind teurer als konventionell angebaute. Pflanzliche, lokale und saisonale Zutaten sind in der Regel billiger als Fleisch, tierische Produkte, importierte und gelagerte Zutaten. Die Essenspreise könnten sich leicht erhöhen.		
Zeitraum der Durchführung: Die Essenspläne von Vielfaltmenü werden Monate im Voraus geplant. Die Umstellung wird ein paar Monate in Anspruch nehmen.		
Beitrag zur Schulgemeinschaft: /		
Erfolgsindikatoren: Wenn geringere Schulessemissionen berechnet werden.		
Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: /		
Zusatzeffekte: Eine fleisch- und tierproduktärmere Ernährung ist gesünder. Lokale und saisonale Zutaten können zur Verwendung von frischeren Lebensmitteln führen. Möglicherweise ist die Veränderung des Essensangebots bei den Schüler*innen nicht beliebt.		
Handlungsschritte: <ul style="list-style-type: none"> • Umfrage unter den Schüler*innen zu ihrer Meinung zu Veränderung, des Essensangebots • Sich über die Schulleitung, oder in Absprache mit ihr mit dem Essensanbieter in 	Bewertung (niedrig bis hoch)	
	Kosten	
	Klimaschutzbeitrag	
	Zeithorizont	
Priorität		



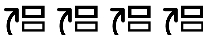

<p>Verbindung setzen und um Vorschläge zur Änderung des Essensangebotes unterbreiten</p>	<p>Umsetzung durch</p>	
--	-------------------------------	---

Anlage 15, Energieberatung zur Heizanlage

Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Energieberatung zur Heizanlage Maßnahmencluster: Energie Zuständigkeit für Umsetzung: Schulleitung, Schulträger Zielgruppe(n): /			
Beschreibung der Maßnahme: Überprüfen einer möglichen Ersetzung der Heizanlage in eine Wärmepumpe oder eine Modernisierung der Anlage. Energieberatung zu Dämmung und Isolierung des Gebäudes.			
Klimaschutzbeitrag: Durch das Laufenlassen der Anlage in den Ferien geht viel Heizenergie ungenutzt verloren. Durch eine Modernisierung der Heizungsanlage kann viel Energie und damit Emissionen eingespart werden. Der Einbau einer Wärmepumpe kann bei überzähligem Ökostrom z.B. durch eine PV-Anlage sinnvoll sein. Eine Beratung zur Energieeffizienz des Schulgebäudes ist in jedem Fall sinnvoll. Heizenergieeinsparung durch bessere Dämmung.			
Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Eine Energieberatung kann von ein paar hundert bis über tausend Euro kosten. Für einen Umbau muss man mit mehreren zehntausend Euro rechnen.			
Zeitraum der Durchführung: Eine Energieberatung kann ein paar Wochen bis Monate dauern. Der Umbau würde vermutlich Monate bis Jahre in Anspruch nehmen.			
Beitrag zur Schulgemeinschaft: /			
Erfolgsindikatoren: Verringerten Heizenergieverbrauch.			
Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: /			
Zusatzeffekte: Geringere Heizenergiekosten durch eine geringeren Heizenergieverbrauch.			
Handlungsschritte: <ul style="list-style-type: none"> Überprüfung der Notwendigkeit und des energetisch sinnvollen Austauschs der Heizungsanlage und Dämmung durch eine/n fachkundige/n Energieberater*in. Je nach Ergebnis der Energieberatung Austausch der Heizung. 	Bewertung (niedrig bis hoch)		
	Kosten		
	Klimaschutzbeitrag		
	Zeithorizont		
	Priorität		
	Umsetzung durch		

Anlage 16, Überprüfung zur Installation einer PV-Anlage

<p>Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Überprüfung zur Installation einer PV-Anlage</p> <p>Maßnahmencluster: Energie</p> <p>Zuständigkeit für Umsetzung: Schulleitung, Schulträger</p> <p>Zielgruppe(n): /</p>
<p>Beschreibung der Maßnahme: Überprüfen, ob eine PV-Anlage auf dem Schuldach installiert werden kann und wenn möglich Installation dieser Anlage.</p>
<p>Klimaschutzbeitrag: Mit einer Solaranlage generierter Strom ist klimaneutral. Kann entweder von der Schule direkt genutzt werden oder in das Stromnetz eingespeist werden. Verringert die Emissionen für den Stromverbrauch. Wenn er in das Netz eingespeist wird, können ihn auch andere nutzen, somit steht mehr Strom aus erneuerbaren Energien zur Verfügung, wodurch weniger Strom aus fossilen Energien benötigt wird und somit CO₂-Emissionen reduziert werden. Laut dem Energieportal Brandenburg ist das Schuldach für eine Solaranlage gut geeignet und das Sporthallendach zur Hälfte gut geeignet und zur Hälfte geeignet (Energieportal Brandenburg, 2022). Durch eine Solaranlage von der Größe des Schul- und halbem Sporthallendachs von ca. 2.854 m² würde man auf einen jährlichen Ertrag von ca. 340.014 kWh kommen. Einiges mehr als der jährliche Stromverbrauch von 150.350 kWh. Bei einem so großen Ertrag würde sich eine Einspeisung des Stroms in das Netz auf jeden Fall lohnen. Insgesamt würden mit dieser Anlage ca. 137.148 kg CO₂ gespart werden, 46% der aktuellen Emissionen. (Weigl & Rutschmann, 2023)</p>
<p>Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Anlagen sind meist bis 1800 € pro kWp wirtschaftlich. Das würde bei dieser Anlage einem Preis von ca. 719.280 € entsprechen. Große Anlagen können aber billiger sein. Die Anlagen werden oft staatlich bezuschusst. Bei einer Volleinspeisung würde die Anlage bei einem Strompreis von 11,6 ct pro kWh ca. 39.673,62 € im Jahr abwerfen. Damit hätte sich die Anlage in knapp 20 Jahren gerechnet. Das entspricht der Amortisierungsdauer einer üblichen Solaranlage. Bei einer Kombination aus Nutzung und Einspeisung würde sich die Anlage sogar früher rechnen, da Strom zu kaufen einiges teurer ist als der Preis, den man für die Einspeisung von Strom bekommt. Die Anlage könnte vom Schulträger und/oder über ein Crowdfunding über die Eltern der Schüler finanziert werden. Mit dieser Methode haben andere Schulen gute Erfragungen gemacht. (Weigl & Rutschmann, 2023)</p>
<p>Zeitraum der Durchführung: Mit Beratung, Beantragung, Netzanschluss und Installation mindestens Monate wahrscheinlich eher 1 bis 3 Jahre.</p>
<p>Beitrag zur Schulgemeinschaft: /</p>
<p>Erfolgsindikatoren: Die Menge an, von der PV-Anlage generierten Stroms, der von der Schule genutzt oder eingespeist wird.</p>
<p>Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: /</p>
<p>Zusatzeffekte: Geringere Stromkosten. Möglicherweise Gewinn durch Einspeisen des Stroms.</p>

Handlungsschritte: <ul style="list-style-type: none"> • Beratung zu Sinn und Umfang einer PV-Anlage auf dem Schuldach (Ausrichtung, Neigung, Nachtspeicher) • Beantragung und Planung der Anlage (mögl. Crowdfunding). • Kauf und Installation der Anlage 	Bewertung (niedrig bis hoch)	
	Kosten	€ € € € €
	Klimaschutzbeitrag	
	Zeithorizont	
	Priorität	
	Umsetzung durch	

Anlage 17, Busverkehr attraktiver gestalten










<p>Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Busverkehr attraktiver gestalten Maßnahmencluster: Verkehr und Mobilität Zuständigkeit für Umsetzung: Verkehrsgesellschaft Oberspreewald Lausitz Zielgruppe(n): Schüler*innen, Lehrer*innen</p>		
<p>Beschreibung der Maßnahme: Günstigerer, zuverlässigerer und schnellere Busverkehr, dessen Busse in kürzeren Abständen kommen.</p>		
<p>Klimaschutzbeitrag: Durch die angenehmere Nutzung des Busverkehrs werden hoffentlich mehr Schüler*innen und Lehrer*innen von Auto und Motorrad auf den Busverkehr umsteigen, welcher weniger Emissionen verursacht.</p>		
<p>Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Die Kosten trägt der Landkreis OSL bzw. die Verkehrsgesellschaft Oberspreewald Lausitz. Es ist auch in ihrem Sinne, dass der Busverkehr stärker genutzt wird.</p>		
<p>Zeitraum der Durchführung: Monate oder Jahre.</p>		
<p>Beitrag zur Schulgemeinschaft: /</p>		
<p>Erfolgsindikatoren: Durch die Anzahl der Schüler*innen und Lehrer*innen, die vom Auto oder Motorrad auf den Busverkehr umsteigen. Dies kann durch Umfragen festgestellt werden.</p>		
<p>Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: Weniger Autos im Stadtbild und vor der Schule.</p>		
<p>Zusatzeffekte: Schüler*innen und Lehrer*innen sparen Geld beim Schulweg. Angenehmere Busfahrten.</p>		
<p>Handlungsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> Anfrage an die Verkehrsgesellschaft Antrag an den Bürgermeister/ Landkreis 	<p>Bewertung (niedrig bis hoch)</p>	
	<p>Kosten</p>	<p>€ € € € €</p>
	<p>Klimaschutzbeitrag</p>	<p>☁☁☁</p>
	<p>Zeithorizont</p>	<p>🕒🕒🕒🕒🕒</p>
	<p>Priorität</p>	<p>📌📌📌</p>
	<p>Umsetzung durch</p>	<p>🏠🏠🚌</p>

Anlage 18, Busverkehr klimaneutral gestalten

<p>Handlungsfeld und Titel der Maßnahme: Busverkehr klimaneutral gestalten</p> <p>Maßnahmencluster: Verkehr und Mobilität</p> <p>Zuständigkeit für Umsetzung: Verkehrsgesellschaft Oberspreewald Lausitz</p> <p>Zielgruppe(n): Schüler*innen, Lehrer*innen</p>	
<p>Beschreibung der Maßnahme: Einsatz für den Ersatz, der Dieselbusse durch Wasserstoff- oder Elektrobusse bei notwendiger Neuanschaffung eines Busses.</p>	
<p>Klimaschutzbeitrag: Auch Busse stoßen Abgase aus und haben Emissionen. Gerade wenn der Busverkehr durch Maßnahme: „Busverkehr attraktiver gestalten“ mehr genutzt wird, ist es wichtig auch den Busverkehr klimaneutral zu gestalten. Wenn die Energie, aus der der Strom für den Elektrobus oder die Elektrolyse zur Herstellung des Wasserstoffs hergestellt wird aus erneuerbaren Quellen kommt sind diese klimaneutral.</p>	
<p>Erwartete Gesamtkosten und Finanzierung: Die Verkehrsgesellschaft OSL hat bereits E-Busse in Senftenberg getestet. Ein E-Bus kostet etwa 600.000 € und eine Ladeinfrastruktur wird zusätzlich benötigt. E-Busse sind jedoch im Betrieb günstiger als Dieselbusse. Die Kosten würden der Landkreis OSL bzw. die Verkehrsgesellschaft Oberspreewald Lausitz tragen. (K., 2023) (Niederlausitz aktuell, 2022)</p>	
<p>Zeitraum der Durchführung: Ab 2027 sollen im Landkreis OSL nur noch emissionsarme Busse angeschafft werden. Das ist etwas spät, sobald eine Ladeinfrastruktur vorhanden ist, sollte jeder defekte Bus durch eine E-Bus ausgetauscht werden. (Niederlausitz aktuell, 2022)</p>	
<p>Beitrag zur Schulgemeinschaft: /</p>	
<p>Erfolgsindikatoren: Durch den Rückgang der Emissionen für den Schulweg. Diese müssen berechnet werden.</p>	
<p>Effekte für die Schulumgebung / den Stadtteil: Elektrobusse sind leiser als Dieselbusse. Reduktion des Stadtlärms.</p>	
<p>Zusatzeffekte: /</p>	
<p>Handlungsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> Als Schulgemeinschaft Kommunikation mit dem Landkreis zur Beschleunigung oder zumindest Einhaltung ihres Ziels 	<p>Bewertung (niedrig bis hoch)</p>
	<p>Kosten</p> <p>€ € € € €</p>
	<p>Klimaschutzbeitrag</p> <p>☁☁☁☁</p>
	<p>Zeithorizont</p> <p>🕒🕒🕒🕒🕒</p>
	<p>Priorität</p> <p>📌📌📌📌</p>
<p>Umsetzung durch</p> <p></p>	

Anlage 19, Erklärung der Symbole

Bewertungsraster

Kategorie	Anzahl Symbole				
	1	2	3	4	5
Kosten 	Sehr geringe Kosten bis zu 100 € - Finanzierung durch Schule möglich	Geringe Kosten von 100-1.000 €	Mittlere Kosten von bis zu 5.000 €	Hohe Kosten von ca. 10.000 – 50.000 €	Finanzierung durch Schulträger nötig (>50.000 €)
Klimaschutzbeitrag 	Es ist mit einem (sehr) kleinen indirekten Klimaschutzeffekt zu rechnen	Die Maßnahme leistet einen kleinen Beitrag zum Klimaschutz	Es werden messbare Mengen an THG-Emissionen eingespart	Es ist mit großen THG-Einsparungen zu rechnen	Die Maßnahme leistet einen sehr großen Beitrag zur Klimaneutralität der Schule
Aufwand 	Ist in ein paar Stunden erledigt	Ist in ein paar Tagen erledigt	Die Umsetzung wird mindestens einen Monat in Anspruch nehmen	Die Umsetzung ist längerfristig ausgelegt und wird voraussichtlich mehrere Monate andauern	Hoher Planungsaufwand mit einer Dauer über ein Jahr
Priorität 	Das kann warten / ganz unten in der Prioritäten-Liste	Eine Umsetzung ist erstmal nicht wichtig, die Maßnahme sollte aber nicht vergessen werden	Eine zeitnahe Umsetzung sollte geprüft werden	Die Maßnahme sollte vorrangig umgesetzt werden	Die Maßnahme sollte möglichst sofort umgesetzt werden
Umsetzung durch	 Schüler*innen	 Lehrer*innen/ Schulleitung/ Hausmeister*in	 Stadt / Schulträger	 Lokaler Verkehrsbund	 Essensanbieter der Schule

8. Einverständniserklärung

Friedrich- Engels- Gymnasium

Senftenberg

01968 Senftenberg Fischreierstraße 14

Sekundarstufen I / II



Name: Annika Totsche

Schuljahr: 2023 / 24

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich damit einverstanden bin, wenn die von mir verfasste Facharbeit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)

9. Selbstständigkeitserklärung

Friedrich- Engels- Gymnasium
Senftenberg

01968 Senftenberg Fischreierstraße 14

Sekundarstufen I / II

Name: Annika Totsche

Schuljahr: 2023 / 24

Versicherung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

(Ort, Datum)_____
(Unterschrift)