

Bericht / Dezember 2021

CO₂-Bilanz und Klimaschutzkonzept für die Städtische Fachakademie für Sozialpädagogik der Landeshauptstadt München



SCHOOLS 4 FUTURE

Bericht im Rahmen des Projekts

„Schools4Future -

Umsetzen der Gemeinschaftsaufgabe

klimaneutrale Schulen“

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Autor*innen:**Büro Ö-Quadrat GmbH:**

Sebastian Albert-Seifried
Dieter Seifried

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH:

Oliver Wagner
Lena Tholen
Lotte Nawothnig

Unterstützung bei der inhaltlichen Erarbeitung an der Städtische Fachakademie für Sozialpädagogik der Landeshauptstadt München:

Aida Bilalic, Alex Düwel, Alexandra Bauer, Benedikt Hartmann, Deborah Di Rosa, Ilknur Findik-Ogal, Jessica Betz, Jessica Höfling, Lea Gonschorek, Luisanyi Gomez Zambrano, Stefan Ismail, Steffen Kaiser und Theresa Grüninger (OptiPrax Studienzweigs 2020/21)
Brigitte Thema (Leiter der Projekt-AG)

Schulklimaschutzkonzepte sind Diskussionspapiere. Sie sollen die für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen an den Schulen wichtigen Akteuren davon überzeugen, dass es sinnvoll ist, die von den Schüler*innen und Autor*innen erarbeiteten Maßnahmen umzusetzen. Schulklimaschutzkonzepte stellen den Anfang einer breiteren Diskussion dar. Sie liefern Argumente und konkrete Hinweise, verdeutlichen Defizite und schlagen Lösungen vor.

Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:

Büro Ö-Quadrat, Wuppertal Institut (2021): CO₂-Bilanz und Klimaschutzkonzept für die Städtische Fachakademie für Sozialpädagogik der Landeshauptstadt München

Schulleiterin:

Pauline Zikeli
Städt. Fachakademie für Sozialpädagogik
Schlierseestr. 47
81539 München

Impressum**Ansprechperson:**

Sebastian Albert-Seifried
sas@oe2.de
Tel. +49 761 7077 3279
Fax +49 761 707 9903

Projektinformationen im Internet:

www.schools4future.de

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
1.1	Zielsetzung	5
1.2	Hintergrund	5
1.3	Vorgehensweise	7
1.4	Hintergrund zur Schule.....	7
1.5	Datengrundlage	9
1.6	Emissionsfaktoren	9
1.7	Bewertung von Ökostrom	10
1.8	Kompensationsmaßnahmen	11
2	Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien	13
2.1	Heizenergie / Fernwärme.....	13
2.2	Stromverbrauch.....	14
2.2.1	Interpretation der Lastkurven	14
2.3	Stromerzeugung durch Solaranlage	15
2.4	Zusammenfassung Emissionen Gebäudeenergie.....	16
3	Verkehr & Mobilität.....	17
3.1	Vorgehen und Erstellen der Mobilitätsumfrage.....	17
3.2	Emissionen für Schulweg Schüler*innen.....	17
3.2.1	Verkehrsmittelwahl und zurückgelegte Personenkilometer.....	17
3.2.2	Berechnung der Emissionen	18
3.3	Emissionen für Schulweg Lehrer*innen	19
3.4	Emissionen für Klassenfahrten und Auslandspraktika	20
3.5	Zusammenfassung Emissionen Verkehr.....	21
4	Ernährung & Beschaffung.....	23
4.1	Emissionen Schulkantine	23
4.1.1	Situation der Essensversorgung an der Schule.....	23
4.1.2	Welche Emissionen sind mit der Herstellung der Speisen verbunden?.....	23
4.2	Emissionen Beschaffung.....	24
4.2.1	Papierverbrauch der Schule	25
4.2.2	Abschätzung der Emission.....	25
5	Zusammenfassung.....	26
5.1	Gesamtemissionen	26
5.2	Emissionen pro Schüler*in	27

5.3	Einordnung der Schulemissionen zu Gesamtemissionen Gesellschaft	27
5.4	Wie kann Klimaneutralität gelingen?	27
5.4.1	Kann Klimaneutralität an der FAKS gelingen?	27
6	Anhang.....	31
6.1	Fragebogen Verkehr	31
7	Literatur	34

1 Allgemeines

1.1 Zielsetzung

Mit diesem Bericht wird eine erste CO₂-Bilanz für die Städtische Fachakademie für Sozialpädagogik der Landeshauptstadt München erstellt. Hintergrund ist die Umsetzung des Klimaschutzprojekts „Schools4Future“, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und gemeinsam vom Wuppertal Institut und dem Freiburger Büro Ö-quadrat durchgeführt wird.

Mit der CO₂-Bilanz wird die Grundlage für zielgerichtetes Handeln geschaffen. Anhand der Emissionsschwerpunkte können entsprechend Maßnahmen zur CO₂-Minderung abgeleitet werden.

Die Grundlage für diese CO₂-Bilanz wurde im Rahmen einer Projektarbeit des OptiPrax Studienzweigs im März bis Mai 2021 erarbeitet. Folgende Studierende waren an der Erarbeitung dieser Studie beteiligt (alphabetisch sortiert nach Vornamen):

Aida Bilalic, Alex Düwel, Alexandra Bauer, Benedikt Hartmann, Deborah Di Rosa, Ilknur Findik-Ogal, Jessica Betz, Jessica Höfling, Lea Gonschorek, Luisanyi Gomez Zambrano, Stefan Ismair, Steffen Kaiser und Theresa Grüninger.

Brigitte Thema hat das Projekt als Dozentin betreut.

Da die Covid-Pandemie einen Präsenzunterricht nicht zuließ, wurde das Projekt mithilfe von Videokonferenzen durchgeführt.

1.2 Hintergrund

Das Projekt „Schools4Future“ zielt darauf ab, ausgewählte Schulen zu klimaneutralen Lernorten zu entwickeln. Erster Schritt hierzu ist die Erarbeitung einer CO₂-Bilanz für den Betrieb der Schule. Darauf aufbauend werden gemeinsam mit Schüler*innen, Lehrer*innen, Eltern und dem übrigen Umfeld Schulklimaschutzkonzepte entwickelt und konkrete Maßnahmen zur Umsetzung mit finanziellen Beteiligungsmöglichkeiten der Schulgemeinschaft eingeleitet (siehe untenstehende Graphik).

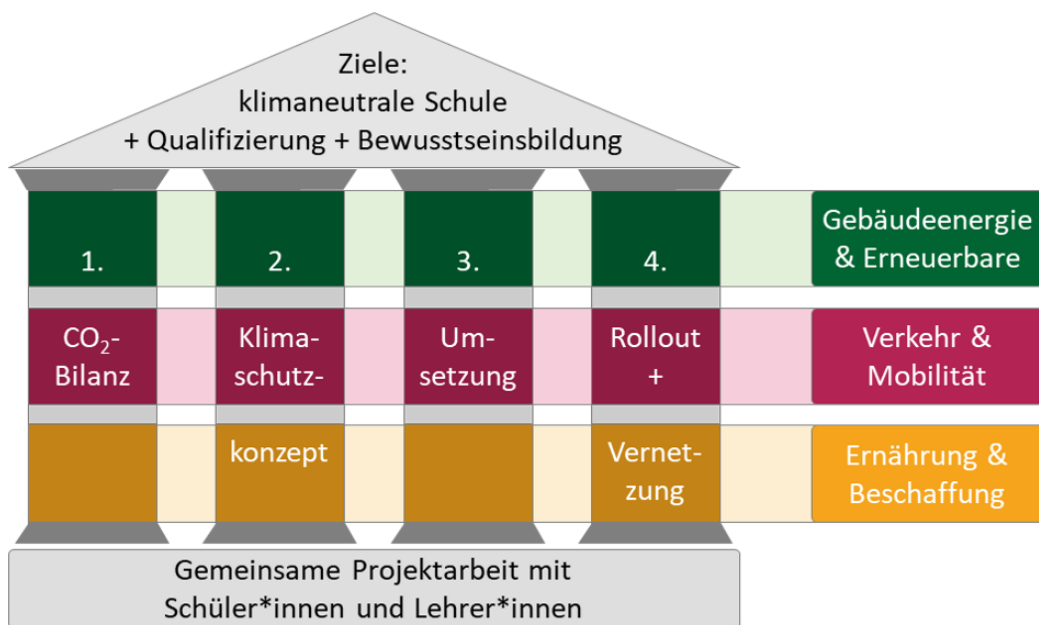


Abbildung 1: Projektstruktur von Schools4Future: Ziele, Grundlage, Projektphasen und Themenbereiche

Die wichtigsten Ziele und Bausteine des Gesamtprojektes werden hier nur skizziert:

Ziele (Dach)

- Wirksamer **Klimaschutz** durch das Gestalten von klimaneutralen Schulen
- **Qualifizierung** aller Teilnehmer*innen: Wie lässt sich Klimaschutz umsetzen und wo ist ein geringes / hohes CO₂-Einsparpotential realisierbar.
- **Bewusstseinsbildung und Empowerment** im Umfeld: Jede*r kann und muss zum Klimaschutz beitragen

Grundlage des Projektes (Fundament)

- gemeinsame Projektarbeit mit Schüler*innen und Lehrer*innen
- Qualitätssicherung durch das Projektteam

Die Projektphasen (Säulen)

1. Erstellung einer **CO₂-Bilanz** der Schule (Vermittlung der Grundlagen und Erstellung der CO₂-Bilanz durch Schüler*innen)
2. Erstellung eines **Klimaschutzkonzeptes** für die Schule (Sammlung von Ideen, Bewertung und Kosten-Nutzen-Analyse, Priorisierung)
3. Umsetzung der Maßnahmen (Umsetzung von Kleinmaßnahmen, Hinwirken auf Umsetzung größerer Maßnahmen durch Schulleitung und Schulträger)
4. Rollout und Vernetzung (Erfahrungsaustausch mit Pilotschulen der zweiten Stufe und Bereitstellung der Arbeitsmaterialien)

Die Themenbereiche (Bausteine der 4 Säulen)

- Gebäudeenergie und Erneuerbare Energien (Heizenergie, Beleuchtung, Lüftung, Solaranlage, etc.)
- Verkehr & Mobilität (Fokus Verkehrswege der Schüler*innen und Lehrer*innen, Klassenfahrten, Konzepte für Fahrrad- und ÖPNV-Anbindung)
- Ernährung & Beschaffung (CO₂-Bilanz Mensa/Kantine, regionale/vegetarische Produkte, Verschwendung, Papierverbrauch)

1.3 Vorgehensweise

Im Rahmen der Projektarbeit wurden zunächst Ursachen und Folgen der Klimaveränderung besprochen. Soweit nötig wurde zur Erklärung des Treibhauseffekts auf die Grundlagen der Physik zurückgegriffen und Grundbegriffe sowie Anwendungen der Energietechnik behandelt. Dabei wurde darauf geachtet, dass Beispiele aus dem direkten Umfeld der Student*innen herangezogen wurden. Da der Heizungskeller aufgrund der Corona-Pandemie nicht betreten werden konnte, hat das Projektteam ein Video aufgenommen und den Student*innen somit einen Eindruck vom Heizungskeller, bzw. von der Fernwärmeübergabestation ihrer Schule vermittelt.

1.4 Hintergrund zur Schule

Das Schulgebäude wurde im September 1984 eingeweiht. An der Städtischen Fachakademie für Sozialpädagogik München (FAKS) studieren derzeit ca. 750 Schülerinnen und Schülern. Hinzu kommen ca. 80 Lehrerinnen und Lehrer. Neben der Fachakademie für Sozialpädagogik wird die Schule noch von anderen Ausbildungsgängen sowie auch durch Dritte genutzt. Hierzu gehören eine Berufsschule, das München Kolleg, eine Fachoberschule sowie ein städtischer Kindergarten. Im gesamten Schulkomplex gibt es ca. 2000 Schüler*innen und Studierende, sowie 300 Lehrer*innen. Daneben umfasst der Gebäudekomplex auch noch ein Hallenschwimmbad, dessen Energieverbrauch in die CO₂-Bilanz des Gebäudes eingeht und im späteren Prozess herausgerechnet wurde.

Da der Gebäudekomplex nur jeweils einen Zähler für die Heizenergie und den Stromverbrauch hat, wurden die Verbrauchswerte des Gebäudekomplexes anhand der Personenzahl auf die einzelnen Einrichtungen innerhalb des Gebäudekomplexes verteilt. Dies ergibt für die FAKS einen Anteil von 36% (830/2300).

Als sportliche Einrichtungen verfügt der Gebäudekomplex über eine Dreifeldturnhalle und ein Schwimmbad mit den Abmessungen 25 Meter auf 12,5 Meter. Ein Vergleich der Energieverbräuche des Schulkomplexes mit Referenzwerten für den Strom- und Heizenergieverbrauch von Schwimmbädern hat ergeben, dass das Schwimmbad einen Anteil von ca. 34% des Wärmebedarf und ca. 30% des Strombedarfs ausmacht. Da das Schwimmbad extensiv durch externe Personen und nicht durch die Studierende der FAKS benutzt wird, wurden die Emissionen des Schwimmbads nicht der FAKS zugeschrieben. Die finalen Faktoren für den Anteil der FAKS am Wärmebedarf des Gebäudekomplexes ergeben sich somit als 23,8% (36%*66%) für den Wärmebedarf und 25,2% (36%*70%) für den Strombedarf.

Abbildung 2 zeigt eine Außenansicht der Schule.



Abbildung 2: Links: Die Städtische Fachakademie für Sozialpädagogik von außen, Rechts: Übersichtsplan der Einrichtungen im Gebäudekomplex.

Bereich FAKS:

Insgesamt gibt es für die FAKS 17 Klassenräume. Hierbei sind die Werkräume nicht mitgerechnet. Die Räume der FAKS befinden sich im 3. Obergeschoss.

Die einzelnen Klassenzimmer und Verwaltungszimmer verfügen nicht über getrennte Temperatursteuerungen. Daher kann die Vorlauftemperatur für die Heizung jeweils nur über ein Flur-Segment mit ca. 8-10 Zimmern gleichzeitig gesteuert werden. Dies führt dazu, dass z.B. die Verwaltungsräume beheizt werden (müssen) wenn die Klassenräumen benötigt werden und umgekehrt.

Abbildung 3 links zeigt die Innenansicht von zwei Klassenzimmern im FAKS-Bereich.



Abbildung 3: Links: Innenansicht eines Klassenzimmers im FAKS-Bereich, Rechts: Innenansicht eines zweiten Klassenzimmers im FAKS-Bereich.

Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien

Die Schule wird über eine Nahwärmeübergabestation der Stadtwerke München mit Wärme versorgt. Die Wärme kommt aus dem nahegelegenen Heizkraftwerk München Süd und entsteht dort als Abwärme eines Gas- und Dampfturbinenkraftwerks.

Verkehr & Mobilität

Für den Bereich Verkehr & Mobilität wurde eine Befragung durchgeführt, die alle Studierenden und Lehrer*innen der FAKS einbezog.

Ernährung & Beschaffung

Für den Bereich der Ernährung wurde davon ausgegangen, dass in die Schulkantine durchschnittlich 500 Essen pro Tag verkauft werden. Hiervon entfallen circa 36% auf die Student*innen und Lehrer*innen der FAKS.

1.5 Datengrundlage

Neben den eigenen Erhebungen wurden dem Projektteam folgende Daten seitens des Schulträgers und der Schulleitung zur Verfügung gestellt:

- Viertelstündliche Stromverbrauchswerte für das Jahr 2019, bereitgestellt durch die Landeshauptstadt München (Schulträger)
- Fernwärmeverbrauch für Heizung und Warmwasser

1.6 Emissionsfaktoren

Um über Verbrauchsmengen die entstandenen CO₂-Emissionen zu ermitteln, bedarf es für jeden Energieträger, für Strom und auch für die Verkehrsmittel und jedes Mensagericht sogenannte CO₂-Emissionsfaktoren. Diese geben an, wieviel CO₂ bei der Verbrennung eines Kubikmeters Erdgas oder beim Verbrauch einer Kilowattstunde Strom, beim Verzehr einer Mahlzeit oder pro Kilometer Fahrstrecke entsteht.

So ist z.B. der Wärme- und Stromverbrauch der Schule mit unterschiedlichen CO₂-Faktoren zu bewerten. Ein Kubikmeter Erdgas hat einen Energiegehalt von ca. 10 kWh. Pro Kubikmeter Erdgas entstehen 2,47 kg CO₂. Auf die Kilowattstunde Wärmeenergie umgerechnet entstehen ca. 0,25 kg CO₂/kWh.

Für den Stromverbrauch wird davon ausgegangen, dass der Strom mit Hilfe von verschiedenen fossilen und erneuerbaren Energieträgern produziert wird. Es wird mit dem durchschnittlichen Strommix in Deutschland von 2019 gerechnet. Die Emissionen pro Kilowattstunde betragen nach Umweltbundesamt 401 gCO₂/kWh (siehe Tabelle 1).

Der Emissionswert für die Wärme aus dem Heizkraftwerk München Süd wird von den Stadtwerken München mit 0,066 kgCO₂/kWh Wärme angegeben. Dieser Wert wurde für die Ermittlung der CO₂-Emissionen übernommen.

Im Bereich Landwirtschaft und Ernährung entstehen bei der Produktion von Nahrungsmitteln neben CO₂ auch Methan und Distickstoffmonoxid (auch als Lachgas bezeichnet). Diese Klimagase sind sehr wirkungsvoll. Um ihre Wirksamkeit mit den CO₂-Emissionen vergleichen zu können, werden sie in sogenannte CO₂-Äquivalente umgerechnet und in der CO₂-Bilanz entsprechend berücksichtigt.

Tabelle 1: Zusammenstellung der CO₂-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Energieträger und Verkehrsmittel.

Energieträger/Transportmittel	gCO ₂ -Äquivalent	Einheit / Kommentar	Quelle	Link		
Erdgas	251,9	pro kWh Endenergieverbrauch	Öko-Institut: Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten	Link		
Öl-leicht	320,7	pro kWh Endenergieverbrauch				
Pkw	147	g/Pkm bei 1,5 Personen/Pkw	UBA: Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr	Link		
Flugzeug, Inland	230	g/Pkm bei 71% Auslastung				
Eisenbahn, Fernverkehr	32	g/Pkm bei 56% Auslastung				
Fernlinienbus	29	g/Pkm bei 55% Auslastung				
sonstige Reisebusse	31	g/Pkm bei 64% Auslastung				
Eisenbahn, Nahverkehr	57	g/Pkm bei 28% Auslastung				
Linienbus	80	g/Pkm bei 19% Auslastung				
Straßen-, Stadt- und U-Bahn	58	g/Pkm bei 19% Auslastung				
Benzin	3055	g/Liter (Endenergienutzung)			Wuppertal Institut: Umweltbegleitforschung für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge: Auswahl der Vergleichsfahrzeuge	Link
Diesel	3058	g/Liter (Endenergienutzung)				
Strom	401	g/kWh	UBA: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2019	Link		
Emissionswerte Lebensmittel	siehe Arbeitsblätter		Öko-Institut: Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln	Link		

1.7 Bewertung von Ökostrom

In den letzten Jahren haben viele private Haushalte, Unternehmen und auch Kommunen ihren Stromtarif bei den Stadtwerken von Graustrom auf Ökostrom umgestellt, um ihre CO₂-Emissionen zu verringern. Der Bezug von Ökostrom kostet zwar kaum mehr als „Graustrom“ oder „Normalstrom“, hat allerdings auch keinen nachweisbaren Klimaschutzeffekt und sollte daher immer kritisch hinterfragt werden. Wegen eines großen Überangebots an Ökostrom aus skandinavischen und österreichischen Wasserkraftwerken kommt es durch die Umstellung auf Ökostrom nicht zum Bau

neuer Stromerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energiequellen, sondern lediglich zu einem Tausch deutschen Kohle- und Atomstroms gegen Ökostrom aus diesen Ländern. Der Nettoeffekt für das Klima geht gegen Null.

Mit Verweis auf Zertifikate vom TÜV oder anderen Organisationen über den Herkunftsnachweis des Ökostroms rechnen sich die Akteure ihren bezogenen Ökostrom oder Grünstrom in ihrer CO₂-Bilanz mit „0“ an. Sie tun also so, als ob ihr Strombezug emissionsfrei wäre.

Diese Betrachtung hat jedoch nichts mit der Wirklichkeit zu tun. Dieser gehandelte Ökostrom¹ ist schlicht ein Geschäftsmodell der Stromversorgungsunternehmen. Es beruht darauf, dass die Unternehmen in Norwegen, Schweden oder Österreich günstigen Wasserkraftstrom einkaufen. Dieser kommt aus bestehenden Wasserkraftwerken. Im selben Umfang wie die deutschen Stromversorger diesen Ökostrom kaufen müssen die norwegischen Kund*innen entsprechende Mengen Kohlestrom aus Deutschland zurücknehmen. Es fließt jedoch kein Strom von Norwegen nach Deutschland und auch nicht in die umgekehrte Richtung. Bei diesen Ökostrom-Lieferungen handelt es sich lediglich um ein Tauschgeschäft auf Papier, an dem sowohl die ausländischen Wasserkraftwerksbetreiber als auch die deutschen Stromlieferanten etwas verdienen.

In unserer CO₂-Bilanz wird Strom aus Erneuerbaren Energiequellen in der CO₂-Bilanz dann mit „0“ angesetzt, wenn der Strom von der Solaranlage auf dem Dach der Schule kommt oder die Schule (bzw. ein Förderverein oder die Elternschaft) in ein regeneratives Projekt investiert und damit eine zusätzliche Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen bewirkt wird.

Wenngleich der gehandelte Öko-Strom nicht als CO₂-frei bewertet werden kann, ergibt es Sinn, die Ökostrom-Anbieter zu vergleichen und einen Anbieter auszuwählen, der für die Energiewende eintritt. In diesem Fall fließt das Geld in ein Unternehmen, das für eine saubere, auf regenerativen Energiequellen basierende Energieversorgung arbeitet. Ob das der Fall ist, kann man daran erkennen, ob das Unternehmen Investitionen in Erneuerbare Energiequellen unterstützt, ob es Energieeinsparbemühungen fördert, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ausbaut und sich aktiv in die Energiepolitik im Sinne der Energiewende einbringt.

1.8 Kompensationsmaßnahmen

Das Kompensieren von CO₂ ist ein kompliziertes Unterfangen, auch wenn manche Anbieter von Kompensationsleistungen einem etwas anderes zu glauben geben wollen. Das Problem fängt damit an, den verursachten CO₂-Ausstoß des Flugverkehrs zu ermitteln. Bei einer Flugreise müsste beispielsweise eingerechnet werden, dass das in großen Höhen emittierte Kohlendioxid viel schädlicher für das Klima ist als die CO₂-Emissionen die erdnah entstehen. Auch der Nachweis, wie viel CO₂ ein Klimaschutzprojekt vermeidet, ist ein schwieriges Unterfangen. Oftmals soll die Kompensation durch Aufforstung, also der Pflanzung von Bäumen sichergestellt werden. Doch wie wird sichergestellt, dass die Bäume auch wirklich langfristig, das heißt mehrere Jahrzehnte wachsen und stehen bleiben, politische Regimewechsel und natürliche Katastrophen überstehen? Wie wird sichergestellt, dass die mit den Ausgleichszahlungen finanzierten Kochherde in Entwicklungsländern auch wirklich langfristig von den Menschen vor Ort genutzt werden?

¹ Davon abzugrenzen ist der Strom aus erneuerbaren Energiequellen, der über die im Erneuerbaren Energien Gesetz festgelegte Einspeisevergütung vergütet wird. Dieser Strom aus Erneuerbaren Energiequellen darf jedoch nicht gehandelt werden. Die Kosten der Einspeisevergütung werden von (fast) allen Stromverbraucher über die EEG-Abgabe getragen.

Zurecht wird die Kompensation von CO₂ daher oft als Ablasshandel bezeichnet. Mit gutem Gewissen zu fliegen, weil man eine Kompensationszahlung geleistet hat, ist keine nachhaltige Option. CO₂-Kompensation ist bestenfalls eine Zwischenlösung für derzeit unvermeidliche Emissionen. Deswegen sollte an erster Stelle immer das Vermeiden von CO₂ stehen.

2 Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien

2.1 Heizenergie / Fernwärme

Das Gebäude des Schulkomplexes wird mit dem Fernwärmesystem des Heizkraftwerkes München Süd der Stadtwerke München versorgt und beheizt.

Die Wärme entsteht als Nebenprodukt des Kraftwerks, das über einen Gas- und Dampfturbinenprozess Strom erzeugt. Um Strom zu erzeugen, wird Erdgas in einer Gasturbine verbrannt, die einen Generator antreibt. Die Wärmeenergie der bis zu 540 Grad Celsius heißen Abgase der Gasturbine werden nicht ungenutzt an die Umgebung abgegeben, sondern erzeugen über einen Wärmetauscher Dampf, der eine Dampfturbine antreibt. Die Abwärme aus diesem Prozess wird mithilfe des Fernwärmenetzes zur Beheizung, wie zum Beispiel unserer Schule, benutzt. Das Heizkraftwerk München Süd wird zusätzlich bis 2024 noch um Geothermie ergänzt.

Um die Emissionen für das Heizsystem der Schule zu berechnen, muss zunächst die Menge aller Energieträger, die innerhalb des Jahres 2019 an der Schule zum Heizen verfeuert wurde, berücksichtigt werden. Daraus lassen sich anschließend die Emissionen berechnen.

Für den Abrechnungszeitraum vom 01.01.2019 bis zum 31.12.2019, also 365 Tagen, ergibt sich ein Energieverbrauch von 2.412.000 kWh. Durch den Heizenergieverbrauch entstehen durch den Schulkomplex 159.192 kg CO₂ Emissionen innerhalb eines Jahres. Diese Zahl ergibt sich durch den Emissionsfaktor von 0,066 kg CO₂ pro kWh Wärmelieferung des Heizkraftwerkes München Süd.

Die Anrechnung der Emissionen für das Heizsystem auf die einzelnen Einrichtungen des Gebäudekomplexes erfolgte anhand der Personenzahl unter Einbeziehung der Verbrauchswerte für das Schwimmbad, wie ich Abschnitt 1.4, Hintergrund zur Schule ausführlich beschrieben. Der Anteil der FAKS an den Emissionen im Wärmebereich beträgt 24%. Hieraus ergeben sich für die FAKS Emissionen von 37.881 kg CO₂/Jahr für die Wärmeversorgung.



Abbildung 4: Fernwärmeübergabestation.

2.2 Stromverbrauch

Der gesamte Schulkomplex hat während des oben genannten Abrechnungszeitraumes einen Strombedarf von 824.000 kWh. Multipliziert mit dem Emissionsfaktor 0,401 kg CO₂/kWh für den Strombezug ergaben sich daraus Emissionen von insgesamt 330.424 kg CO₂/Jahr bezogen auf den gesamten Schulkomplex. Mit dem in Abschnitt 1.4, Hintergrund zur Schule berechneten Anteil der FAKS von 25,2 % am Gesamtstromverbrauch des Schulkomplexes ergeben sich die Emissionen der FAKS mit 83.267 kg CO₂/Jahr.

2.2.1 Interpretation der Lastkurven

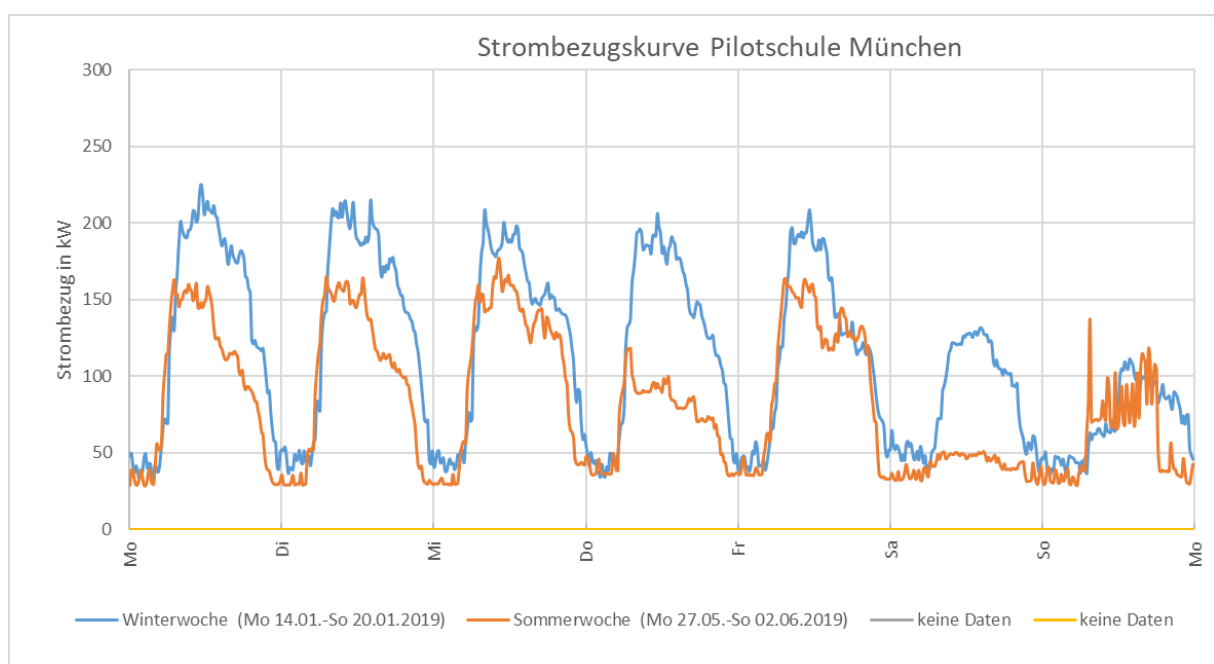


Abbildung 5: Stromverbrauchskurve der FAKS (bzw. des Schulkomplexes) in einer Winterwoche (Mo 14.01.-So 20.01.2019) und einer Sommerwoche (Mo 27.05.-So 2.06.2019)

Die Abbildung 5 zeigt den Stromverbrauch des Schulzentrums in einer Winterwoche (blau) und einer Sommerwoche (orange) auf der Basis von Viertelstundenwerten. Die beiden Faktoren, auf deren Grundlage die Grafik eine Aussage trifft, sind die Wochentage und der jeweilige Stromverbrauch in kW.

Hierbei wird deutlich, dass in den Sommermonaten weniger Strom verbraucht wird als im Winter. An den einzelnen Wochentagen sind im Tagesverlauf außerdem Schwankungen im Stromverbrauch zu erkennen. Diese könnten beispielsweise auf das Einschalten von Lichtquellen, Computern, Kopierern und anderen Elektrogeräten zurückzuführen sein. Auffallend ist der relativ hohe Grundlastverbrauch von rund 40 kW, sowie die starken Schwankungen des Stromverbrauchs während des Sonntags.

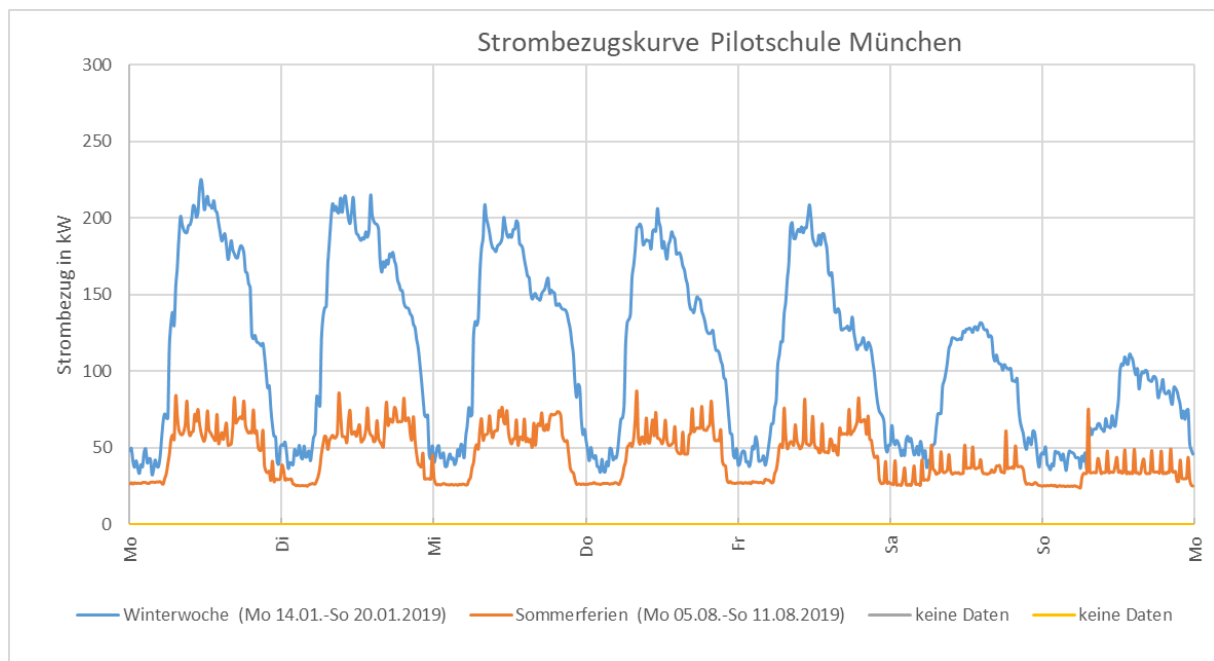


Abbildung 6: Stromverbrauchskurve der FAKS in einer Winterwoche (Mo 14.01.-So 20.01.2019) und einer Woche während der Sommerferien (Mo 5.08.-So 11.08.2019)

Abbildung 6 zeigt ebenfalls den Stromverbrauch der Schule in einer Winterwoche (blau) und einer Sommerwoche (orange), allerdings in den Sommerferien. Die beiden Faktoren, auf deren Grundlage die Grafik eine Aussage trifft, sind die Wochentage und der jeweilige Stromverbrauch in kW. Es zeigt sich, dass in den Ferien deutlich weniger Strom verbraucht wird als während des Regelbetriebs der Schule. Trotzdem fällt auf, dass immer ein bestimmter Grundverbrauch von ca. 30 kW besteht. Dies könnte damit zusammenhängen, dass auch in den Ferien gewisse Teile der Schule genutzt werden, wie zum Beispiel das Sekretariat oder die Sportanlagen und einige Verbraucher wie beispielsweise die Kühlräume durchgehend im Einsatz sind.

2.3 Stromerzeugung durch Solaranlage

Auf dem Dach des Schulkomplexes ist eine Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) installiert (siehe Abbildung 7 links). Diese versorgt die Schule zusätzlich mit Strom. Mithilfe des PV-Modul des CO₂-Rechners für Schulen wurde die Leistung der PV-Anlage auf dem Schuldach abgeschätzt. Hierfür sind die Anlagefläche, die Ausrichtung und Neigung sowie der Standort der PV-Anlage zu berücksichtigen. Die Peak-Leistung der PV-Anlage liegt bei ca. 5 kWp, was einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 5100 kWh entspricht. Zur Berechnung der CO₂-Vermeidung wurde der Emissionsfaktor für Strom von 0,401 kg CO₂/kWh verwendet. Hiermit ergibt sich eine CO₂-Minderung in Höhe von 2.045 kg CO₂/Jahr. Da der Anteil der FAKS am Stromverbrauch, wie schon oben erwähnt nur 25,2% ausmacht, ergibt sich für die FAKS eine Einsparung von 515 kg CO₂/Jahr. Dies macht ca. 1% des CO₂-Ausstoßes durch den Stromverbrauch der FAKS aus.

Nach der Erneuerung des Schulkomplexes und somit auch der PV-Anlage ist – bei einer Ausnutzung aller geeigneten Dachflächen eine weitaus höhere CO₂-Minderung möglich (siehe Abbildung 7 rechts).



Abbildung 7: Links: Solaranlage auf dem Dach des Gebäudekomplexes, Rechts: Noch freie Dachflächen.

2.4 Zusammenfassung Emissionen Gebäudeenergie

Zusammenfassend kann folgende Bilanz für das Jahr 2019 gezogen werden: Durch den Wärmebedarf der Schule entstehen Emissionen in Höhe von 37.881 kg CO₂, durch den Stromverbrauch 83.267 kg CO₂. Die bestehende PV-Anlage trägt zu einer Einsparung von 515 kg CO₂ pro Jahr bei.

Abbildung 8 zeigt eine Zusammenfassung der CO₂-Emission im Bereich Gebäudeenergie.

Ergebnis CO₂-Bilanz für unsere Schule

Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien	
Wärmebedarf	37.881 kg CO ₂
Stromverbrauch	83.267 kg CO ₂
bestehende PV-Anlage	-515 kg CO ₂
Zwischenbilanz Gebäudeenergie und EE:	120.633 kg CO₂

Abbildung 8: Zwischenbilanz Gebäudebezogene CO₂-Emissionen der FAKS

3 Verkehr & Mobilität

3.1 Vorgehen und Erstellen der Mobilitätsumfrage

Zusammen mit unserem Team und unserem Teamleiter haben wir uns als erstes die abzufragenden Punkte, die für die Ermittlung der CO₂-Emission wichtig sind, überlegt. Insgesamt sind wir auf 12 abzufragende Punkte gekommen. Im Fokus der zu befragenden Personen standen die OptiPrax Studierenden, Studierenden im A- und B-Kurs und Erzieher*innenpraktikanten*innen im SPS und die Lehrkräfte von der Sozialpädagogischen Fachakademie. Wichtig zu erfahren war, welche Wegstrecke die Studierenden und Lehrer*innen von ihrer Haustür bis zu dem Schulgelände, beziehungsweise welche Wegstrecke die Studierenden zu ihrer Einrichtung zurücklegen. Des Weiteren ist von großer Bedeutung, welches Verkehrsmittel zur Erreichung der Schule beziehungsweise der Einrichtung bevorzugt wird. Weiterhin wurde das Geschlecht und der Wohnort mit Hilfe des Fragebogens abgefragt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Fahrdauer, die die befragten Personen bis zu ihrer Schule beziehungsweise zu ihrer Einrichtung benötigen.

Der fertige Fragebogen wurde durch die Klassensprecher*innen an die Studierenden übermittelt. Lehrkräfte wurden durch die Schulleitung anhand einer E-Mail über den Fragebogen informiert und um Teilnahme gebeten.

Der für die Umfrage benutzte Fragebogen befindet sich im Anhang.

3.2 Emissionen für Schulweg Schüler*innen

3.2.1 Verkehrsmittelwahl und zurückgelegte Personenkilometer

Der Rücklauf der durchgeführten Befragung hätte höher sein können: Im Bereich der Schülerschaft nahmen 99 Studierende der FAKS teil, das entspricht einem prozentualen Anteil von 13,2 % der 750 Studierenden.

Abbildung 9 zeigt das Ergebnis der Umfrage in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl der Studierenden und die damit zurückgelegten Distanzen. Hierbei lässt sich beobachten, dass der Großteil der Schülerschaft auf ÖPNV-Angebote, beispielsweise Bus oder Bahn, zurückgreift, um sowohl in die Schule als auch in ihre Einrichtungen zu kommen. Ein geringer Teil von etwa 9 % greift auf das private Auto zurück. Durchschnittlich 16 der 99 Studierenden legen den Weg zur Einrichtung oder der FAKS zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurück.

Durchschnittlich wird eine Strecke von 16,6 Kilometern zu den jeweiligen Zielen zurückgelegt. Hierbei lässt sich zusammenfassen, dass vor allem der ÖPNV (ohne Busse) und die privaten PKWs zur Bewältigung weiterer Strecken genutzt werden (ÖPNV: 23 Kilometer; Auto: 15,6). Für kürzere Strecken wird größtenteils auf das Fahrrad, den Bus oder die eigenen Beine zurückgegriffen.

Auswertung für Schulweg Studierende

Verkehrsmittelwahl und Weglänge	für Schultage (100)		für Tage an Einrichtung (100)		Gemittelt	
	Anzahl Nennungen	Einfache Weglänge in km	Anzahl Nennungen	Einfache Weglänge in km	Anzahl Nennungen	Einfache Weglänge in km
Studierende						
zu Fuß	2	1,5	7	4,9	5	4,2
Fahrrad	9	4,2	14	4,8	12	4,6
Bus	12	7,1	13	5,4	13	6,2
andere ÖPNV (S-Bahn/Bahn,...)	70	21,6	40	25,6	55	23,1
E-Bike / E-Scooter	0	0,0	1	7,0	1	7,0
Moped / Motorrad	0	0,0	2	10,0	1	10,0
Auto (Kleinwagen)	3	11,0	9	15,2	6	14,2
Auto (Mittelklasse)	3	23,7	2	15,0	3	20,2
Auto (Oberklasse/SUV)	0	0,0	1	10,0	1	10,0
E-Auto (rein elektrisch)	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sonstige	0	0,0	1	1,0	1	1,0
Summe:	99			Durchschnittliche Weglänge:		16,6

Abbildung 9: Detaillierte Übersicht der Verkehrsmittelwahl und der zurückgelegten Wegestrecken der Studierenden

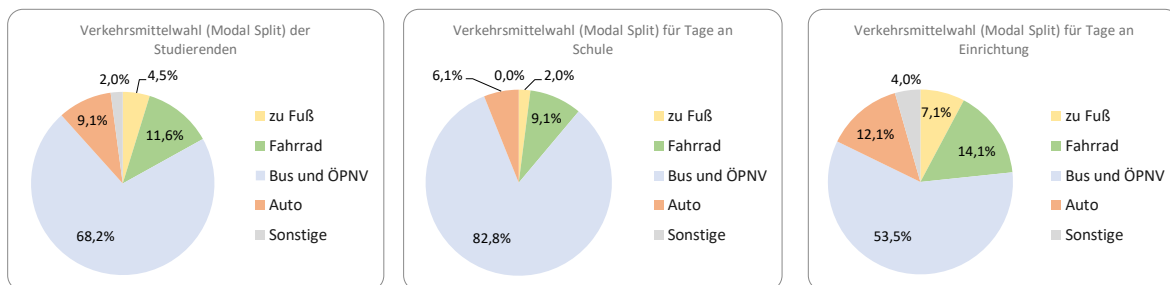


Abbildung 10: Verkehrsmittelwahl der Studierenden im Jahresmittel (links) für die Tage an der Schule (Mitte) und für Tage an den Einrichtungen (rechts)

3.2.2 Berechnung der Emissionen

Auf Basis der Mobilitätsumfrage wurde zunächst die gesamte Wegstrecke aller Studierenden der FAKS für die einzelnen Verkehrsmittel für ein Jahr hochgerechnet. Um von den Ergebnissen der Umfrageteilnehmer*innen auf die Gesamtzahl der Studierenden zu gelangen, wurden die Ergebnisse mit dem Hochrechnungsfaktor von 7,58 multipliziert (750/99). Zur Hochrechnung auf ein Jahr wurden die zurückgelegten Wegstrecken zur Schule und zur Praktikumseinrichtung jeweils mit dem Faktor 100 multipliziert (100 Tage).

Die Gesamtkilometerzahl der jeweiligen Verkehrsmittel wurde im Anschluss mit dem entsprechenden Emissionsfaktor verrechnet, der sich bei dem Fahrrad beispielsweise auf 0 beläuft und beim ÖPNV auf 58 gCO₂/km. Mit diesem Faktor lässt sich der CO₂-Ausstoß pro Kilometer für das jeweilige Verkehrsmittel berechnen und man kann anhand dessen erkennen, welche Art der Fortbewegung am emissionsärmsten und somit am klimafreundlichsten ist.

Abbildung 11 zeigt die Berechnung der schulwegbedingten CO₂-Emissionen aller Studierenden der FAKS. Die Gesamtemissionen liegen bei 288.487 kg CO₂ pro Jahr. Dies entspricht Emissionen von 385 kg CO₂ pro Person.

Nach den Hochrechnungen lässt sich erkennen, dass 86% der zurückgelegten Wegstrecke auf den ÖPNV entfallen (siehe Abbildung 12). Der zweitgrößte Anteil bei der Wegstrecke entfällt auf die Benutzung des privaten PKWs und beträgt 9%. Trotz des kleinen Anteils an Wegstrecken werden durch die Pkw-Nutzung 20% aller verkehrsbedingten Emissionen ausgestoßen, während auf den ÖPNV 80 % entfallen.

Berechnung der CO₂-Emissionen für den Schul- und Praktikumsweg der Studierenden

	Gesamtstrecke in km		Emissionsfaktor	Emissionen
	für Teilnehmer	für gesamte Schule	in gCO ₂ /km	in kg CO ₂
zu Fuß / Fahrrad	7.520	56.970	0	0 kg CO ₂
Fahrrad	20.940	158.636	0	0 kg CO ₂
Bus	31.040	235.152	32	7.525 kg CO ₂
andere ÖPNV (S-Bahn/Bahn,...)	507.104	3.841.693	58	222.818 kg CO ₂
E-Bike / E-Scooter	1.400	10.606	4	42 kg CO ₂
Moped / Motorrad	4.000	30.303	60	1.818 kg CO ₂
Auto (Kleinwagen)	34.000	257.576	120	30.909 kg CO ₂
Auto (Mittelklasse)	20.200	153.030	147	22.495 kg CO ₂
Auto (Oberklasse/SUV)	2.000	15.152	190	2.879 kg CO ₂
E-Auto (rein elektrisch)	0	0	80	0 kg CO ₂
Sonstige	200	1.515		
Gesamtstrecke Schulweg:		4.760.633		288.487 kg CO₂

Abbildung 11: Berechnung der schulwegbedingten CO₂-Emissionen aller Studierenden der FAKS

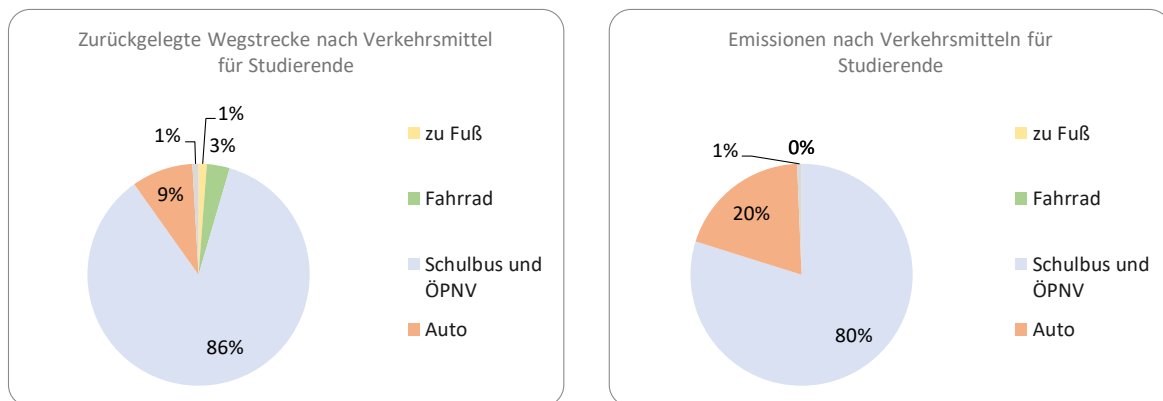


Abbildung 12: Links: Verteilung der zurückgelegten Wegstrecke nach Verkehrsmitteln, Rechts: CO₂-Emissionen nach Verkehrsmitteln.

3.3 Emissionen für Schulweg Lehrer*innen

Die Teilnahmequote lag bei den Lehrer*innen mit 57,5% (46 von 80) deutlich höher als bei den Studierenden. Um für die fehlenden Rückläufe zu korrigieren, wurden die Umfrageergebnisse mit einem Hochrechnungsfaktor von 1,74 (80/46) multipliziert.

Abbildung 13 zeigt die Verkehrsmittelwahl der Lehrer*innen. Die Verkehrsmittelwahl der Lehrer*innen verschiebt sich im Vergleich zu den Studierenden vom ÖPNV zum privaten Auto (fast ein Drittel) und zur Nutzung des Fahrrads (30%).

Dadurch erhöht sich insgesamt der Emissionsausstoß. Knapp 70 % der verursachten Emissionen lassen sich auf die Fahrten mit dem Auto zurückführen und nur noch 27 % entfallen auf die Nutzung des ÖPNVs. Hierbei lässt sich auch die deutlich höhere Klimaschädlichkeit des Autos zeigen, da sich die Wegstrecken die mit den beiden Verkehrsmittel zurückgelegt werden nur wenig unterscheiden, die Unterschiede bei den CO₂-Emissionen jedoch gravierend sind.

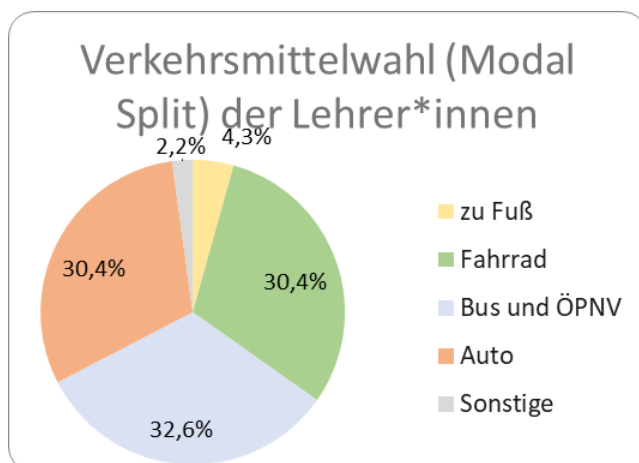


Abbildung 13: Verkehrsmittelwahl (Modal Split) der Lehrer*innen

Berechnung der CO₂-Emissionen für den Schulweg der Lehrer*innen

	Gesamtstrecke in km		Emissionsfaktor	Emissionen
	für Teilnehmer	für gesamte Schule	in gCO ₂ /km	in kg CO ₂
zu Fuß / Fahrrad	1.400	2.435	0	0 kg CO ₂
Fahrrad	37.440	65.113	0	0 kg CO ₂
Bus	0	0	32	0 kg CO ₂
andere ÖPNV (S-Bahn/Bahn,...)	146.400	254.609	58	14.767 kg CO ₂
E-Bike / E-Scooter	0	0	4	0 kg CO ₂
Moped / Motorrad	1.200	2.087	60	125 kg CO ₂
Auto (Kleinwagen)	74.400	129.391	120	15.527 kg CO ₂
Auto (Mittelklasse)	56.800	98.783	147	14.521 kg CO ₂
Auto (Oberklasse/SUV)	0	0	190	0 kg CO ₂
E-Auto (rein elektrisch)	4.800	8.348	80	668 kg CO ₂
Sonstige	0	0	0	
	Gesamtstrecke Schulweg:	560.765		45.608 kg CO₂

Abbildung 14: Berechnung der schulwegbedingten CO₂-Emissionen aller Lehrer*innen der FAKS

Abbildung 14 zeigt die Berechnung der schulwegbedingten CO₂-Emissionen der Lehrer*innen an der FAKS. Die ermittelten Gesamtemissionen liegen bei 45.608 kg CO₂ pro Schuljahr.

Als Ergebnis lässt sich zusammenfassen, dass die Gesamtemissionen für den Weg zur Schule und Einrichtung bei den Lehrer*innen pro Person mit 570 kg CO₂ fast 50% höher liegen als bei den Studierenden.

3.4 Emissionen für Klassenfahrten und Auslandspraktika

Begründung warum Klassenfahrten nicht berücksichtigt wurden.

Im Ausbildungsgang Optiprax finden keine Klassenfahrten statt. In den anderen Ausbildungsmodellen finden ebenfalls keine größeren Klassenfahrten statt. Es konnte jedoch nicht abschließend geklärt werden, ob eventuelle kleine, lokale Klassenfahrten stattfinden. Somit blieben Klassenfahrten in der CO₂-Bilanz unberücksichtigt.

Vorgehen Berechnung Emissionen Auslandspraktika

Für die Berechnung wurde erst die durchschnittliche Anzahl der Auslandspraktika pro Jahr ermittelt. Es werden hier vier verschiedene Ziele angesteuert: Helsinki in Finnland, Nizza in Frankreich, Barcelona in Spanien und Prag in Tschechien. Für die ersten drei Ziele wurden Flüge und für Prag der Schnellzug als Verkehrsmittel angenommen. Pro Reiseziel gab es jedes Jahr durchschnittlich fünf Studierende und eine Lehrkraft. Zur Berechnung der CO₂-Emissionen wurden jeweils Anreise und Rückreise berücksichtigt. Die Emissionswerte wurden über Emissionsrechner aus dem Internet ermittelt und in die untenstehende Tabelle eingefügt. In der Tabelle wurden erst alle Studierenden und zum Schluss die zugehörigen Lehrkräfte eingefügt. Es ist leicht erkennbar, dass die Auslandspraktika nach Prag mit Abstand die wenigsten Emissionen verursachen, da das Ziel am nächsten liegt und in angemessener Zeit mit dem Schnellzug erreichbar ist. Alle Flüge erzeugen deutlich höhere Emissionen. Der Weg zum und vom Flughafen wurde nicht berücksichtigt, da hierfür keine Informationen vorliegen. Insgesamt fallen so jedes Jahr für 20 Auslandspraktika nach unseren Berechnungen ca. 8.366 kg CO₂ an.

Beschreibung / Ziel des Klassenaustausch	Zielland	Verkehrsmittel	Datum	Emissionen in kg CO ₂
Helsinki	Finnland	Flugreise Ausland	01.09.2019	585
Helsinki	Finnland	Flugreise Ausland	01.09.2019	585
Helsinki	Finnland	Flugreise Ausland	01.09.2019	585
Helsinki	Finnland	Flugreise Ausland	01.09.2019	585
Helsinki	Finnland	Flugreise Ausland	01.09.2019	585
Barcelona	Spanien	Flugreise Ausland	01.09.2019	453
Barcelona	Spanien	Flugreise Ausland	01.09.2019	453
Barcelona	Spanien	Flugreise Ausland	01.09.2019	453
Barcelona	Spanien	Flugreise Ausland	01.09.2019	453
Barcelona	Spanien	Flugreise Ausland	01.09.2019	453
Prag	Tschechien	Eisenbahn Fernverkehr	01.09.2019	27
Prag	Tschechien	Eisenbahn Fernverkehr	01.09.2019	27
Prag	Tschechien	Eisenbahn Fernverkehr	01.09.2019	27
Prag	Tschechien	Eisenbahn Fernverkehr	01.09.2019	27
Prag	Tschechien	Eisenbahn Fernverkehr	01.09.2019	27
Nizza	Frankreich	Flugreise Ausland	01.09.2019	329
Nizza	Frankreich	Flugreise Ausland	01.09.2019	329
Nizza	Frankreich	Flugreise Ausland	01.09.2019	329
Nizza	Frankreich	Flugreise Ausland	01.09.2019	329
Nizza	Frankreich	Flugreise Ausland	01.09.2019	329
Helsinki	Finnland	Flugreise Ausland	01.09.2019	585
Barcelona	Spanien	Flugreise Ausland	01.09.2019	453
Prag	Tschechien	Eisenbahn Fernverkehr	01.09.2019	27
Nizza	Frankreich	Flugreise Ausland	01.09.2019	329
Summe				8.366

Abbildung 15: Liste aller Auslandspraktika im Jahr 2019 und die jeweils verursachten CO₂-Äquivalente.

3.5 Zusammenfassung Emissionen Verkehr

Abbildung 16 zeigt eine Zusammenfassung aller Emissionen im Bereich Mobilität. Der mit 84% größte Anteil entfällt auf die schulwegbedingten CO₂-Emissionen der Studierenden. Weitere 13% der Emissionen entfallen auf die schulwegbedingten CO₂-Emissionen der Lehrer*innen, die jedoch nur knapp 10 % der Personen an der FAKS ausmachen. Die Emissionen pro Person liegen bei den Lehrenden mit 570 kg CO₂ fast 50% höher als bei den Studierenden.

Zusammenfassung Emissionen Verkehr

Emissionen für Weg zur Schule und Einrichtung Studierende	288.487 kg CO₂
Emissionen für Schulweg Lehrer*innen	45.608 kg CO₂
Emissionen Klassenfahrten	0 kg CO₂
Emissionen Auslandspraktika	8.366 kg CO₂
Zwischenbilanz Verkehr & Mobilität	334.095 kg CO₂

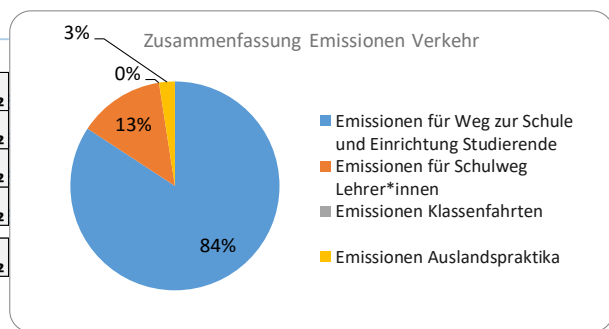


Abbildung 16: Zusammenfassung der CO₂-Emissionen für den Bereich Verkehr

4 Ernährung & Beschaffung

4.1 Emissionen Schulkantine

4.1.1 Situation der Essensversorgung an der Schule

In der FAKS gibt es eine Kantine mit einer großen Auswahl verschiedener Gerichte. Wir gehen davon aus, dass täglich etwa 500 Schüler*innen dort ihr Essen kaufen. Das entspricht ca. einem Viertel der Personen, die die Schule besuchen.

Als erstes haben wir uns überlegt, welches die beliebtesten Gerichte sind und haben abgeschätzt, wie viele jeweils am Tag verkauft werden. Daraufhin haben wir die einzelnen Zutaten der Mahlzeiten ermittelt und uns mit der Herkunft der Produkte beschäftigt. Diese haben wir in verschiedene Tabellen eingetragen, um dann die Nährwerte und die Emissionen pro Portion zu berechnen.

Dabei gingen wir davon aus, dass die Lebensmittel nicht aus biologischer Herstellung stammen, aber dass sie teilweise durchaus lokal erzeugt wurden.

4.1.2 Welche Emissionen sind mit der Herstellung der Speisen verbunden?

Abbildung 17 zeigt beispielhaft die Berechnung der CO₂-Bilanz für ein Mensagericht mit Hilfe des entwickelten Excel-Tools.

CO₂-Bilanz Gericht 1: Pizza

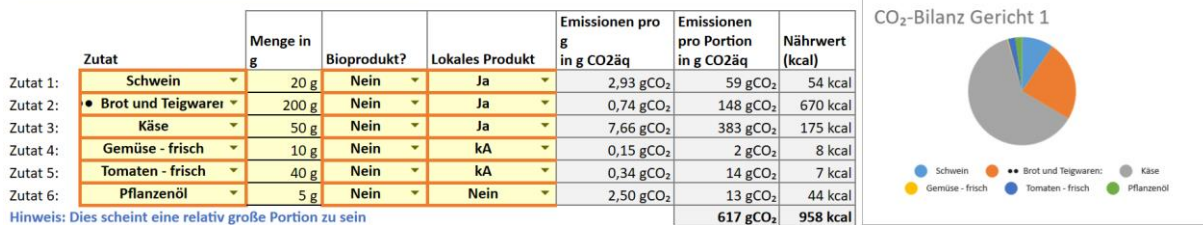


Abbildung 17: Berechnung der CO₂-Bilanz für ein Mensagericht mit Hilfe des entwickelten Excel-Tools.

Die CO₂-Emissionen der fünf ausgewählten Gerichte sind in Abbildung 18 dargestellt.

Rechnet man die Emissionen der einzelnen Gerichte anhand der abgeschätzten Verkaufszahlen hoch, so errechnen sich für die 500 täglich verkauften Gerichte übers Jahr hinweg rund 86 Tonnen CO₂äq. Aufgeteilt auf alle Studierende und Dozenten des Schulzentrums ergibt sich für die FAKs mit einem Anteil von 36% ein Emissionswert von rund 31 Tonnen CO₂.

	Name des Gerichtes	Verkaufte Portionen	Emissionen pro Portion in g CO ₂ äq	Gesamte Emissionen in kg CO ₂ äq	Nährwert (kcal)
Gericht 1	Pizza	125	617 g	77,14 kgCO ₂	958 kcal
Gericht 2	vegetarische Nudeln	50	931 g	46,53 kgCO ₂	913 kcal
Gericht 3	Käsebrezel	150	580 g	87,06 kgCO ₂	504 kcal
Gericht 4	Schnitzel mit Pommes	50	2.086 g	104,30 kgCO ₂	1.685 kcal
Gericht 5	Belegtes Brötchen	125	932 g	116,49 kgCO ₂	594 kcal
Summe:				431,53 kgCO₂	
Durchschnittliche Emissionen pro Gericht				0,86 kgCO₂	

3. Hochrechnung der Treibhausgasemissionen für ein Jahr

Durchschnittliche Anzahl der verkauften Essen	500
Anzahl der Öffnungstage der Kantine:	200
Hochrechnung der CO₂-Emissionen für ein Jahr:	86.305 kgCO₂
Anteil der Schule an Verbrauchswerten:	36%
Emissionen der Schule	31.070 kgCO₂

Abbildung 18: Berechnung der durchschnittlichen Treibhausgasemissionen für die Schulkantine.

Eine grafische Darstellung der Treibhausgasemissionen der einzelnen Gerichte ist in Abbildung 19 zu sehen.

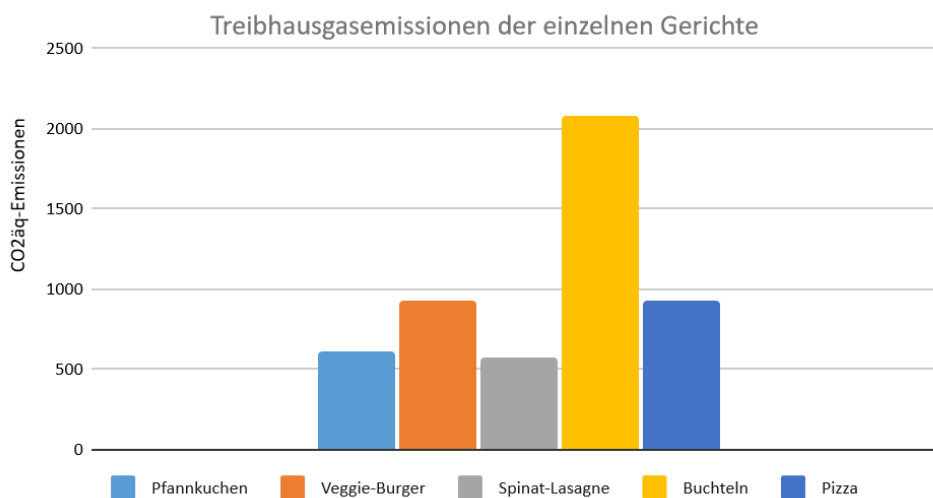


Abbildung 19: Grafische Darstellung der Treibhausgasemissionen der einzelnen Gerichte.

4.2 Emissionen Beschaffung

Im Bereich Beschaffung wird beispielhaft der Papierverbrauch berücksichtigt, der naturgemäß in Schulen einen wesentlichen Verbrauchsartikel darstellt. Hierbei wird nur das Papier erfasst, das zentral von der der Schulverwaltung eingekauft wird.

Die Emissionen von Investitionsgütern, die zur Ausstattung von Schulen unerlässlich sind und die von anderen Verbrauchsgütern, wie beispielsweise Reinigungsmittel, Seife, Kreide usw. werden wegen der Nichtverfügbarkeit von Daten bzw. des erwartungsgemäß geringen Anteils an den Gesamtemissionen nicht berücksichtigt.

4.2.1 Papierverbrauch der Schule

Ein wesentliches Verbrauchsprodukt an der Schule ist Papier. Den größten Einkaufsposten stellt Papier für den Kopierer dar. Das Kopierpapier wird zentral bestellt und anschließend an die einzelnen Einrichtungen im Gebäudekomplex verteilt. Die genaue Papiermenge im Jahr 2019 konnte trotz mehrmaliger Nachfrage nicht ermittelt werden. Die Papiermenge wurde daher aufgrund der vorhandenen Papiermenge abgeschätzt. Zum Zeitpunkt der Schulbesichtigung wurden im Gebäudebereich der FAKS 2 Palette mit jeweils 100.000 Stück A4-Papier und eine Palette mit 50.000 Stück A3-Papier angetroffen. Unter der Annahme, dass diese Papiermengen nur ein Drittel des jährlichen Papierverbrauchs darstellen, ergibt sich ein Jahresverbrauch von 600.000 Seiten A4-Papier und 150.000 Seiten A3-Papier. Dies entspricht 900.000 Seiten A4-Papier.

Da es sich bei beiden Papiersorten um 80g/m² Recyclingpapier handelt, ergibt sich eine Gesamtmenge von 4.500 kg Papier

4.2.2 Abschätzung der Emission

Kopierpapier (A4)			
	Menge	x Einheit	÷ Zeitraum
Eingabe Papierverbrauch	900.000	x Blatt DIN A4 (80g/m ²)	÷ pro Schuljahr
Umrechnung in kg/Jahr	= 4.500	kg Papier pro Schuljahr	
	= 4.500	kg Papier pro Schuljahr	
Recyclingpapier oder Frischfaserpapier		Recyclingpapier	0,886 kg CO ₂ /kg Papier
Jährliche CO ₂ -Emissionen		3.987	kg CO ₂ /Schuljahr

Abbildung 20: Berechnung der CO₂-Emissionen für den Papierverbrauch

Mithilfe des Emissionswertes von 0,886 kg CO₂ pro kg Recyclingpapier können aus der Verbrauchsmenge des Kopierpapiers die CO₂-Emission errechnet werden. Durch den Verbrauch von 900.000 Blatt DIN A4 Papier entstehen rund 4 Tonnen CO₂.

Für Klopapier konnten keine Verbrauchswerte ermittelt werden. Der Verbrauch wurde daher anhand von Verbrauchswerten pro Schüler*in von anderen Schulen mit 0,2 kg Klopapier pro Student*in und Jahr. Da pro kg Recyclingpapier rund 0,89 kg CO₂-Emissionen entstehen, errechnet sich aus dem Verbrauch von 166 kg Klopapier pro Jahr CO₂-Emissionen in Höhe von 147 kg.

So ergibt sich für den Bereich Beschaffung eine Summe von rund 4,1 Tonnen CO₂. Eine Verteilung der Emissionen auf die verschiedenen Papierarten ist in Abbildung 21 zu sehen.

Zusammenfassung Papierverbrauch pro Schuljahr

Kopierpapier (A4)	4.500 kg Recyclingpapier	3.987 kg CO ₂
Papierhandtücher		0 kg CO ₂
Klopapier	166 kg Recyclingpapier	147 kg CO ₂
Sonstiges		0 kg CO ₂
		4.134 kg CO₂
Anteil der Schule an Verbrauchswerten:		100%
Emissionen der Schule		4.134 kgCO₂

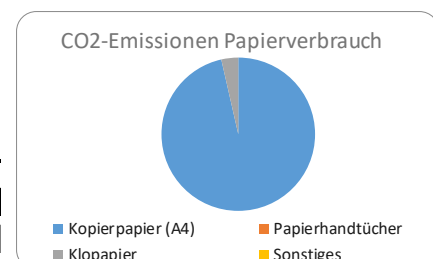


Abbildung 21: Berechnung der CO₂-Emissionen für den Papierverbrauch

5 Zusammenfassung

5.1 Gesamtemissionen

Eine Zusammenfassung der jährlichen CO₂-Emissionen, die an der FAKS in den Bereichen Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien, Verkehr & Mobilität und Ernährung & Beschaffung anfallen, ist in Abbildung 22 zu sehen.

Insgesamt werden durch den Schulbetrieb an der FAKS ca. 498 Tonnen CO₂ pro Jahr verursacht.

Ergebnis CO₂-Bilanz für FAKS

Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien		Anteil in %
Wärmebedarf	37.881 kg CO ₂	
Stromverbrauch	83.267 kg CO ₂	
bestehende PV-Anlage	-515 kg CO ₂	
Zwischenbilanz Gebäudeenergie und EE:	120.633 kg CO₂	24%
Verkehr & Mobilität		
Schulweg Schüler*innen	288.487 kg CO ₂	
Schulweg Lehrer*innen	45.608 kg CO ₂	
Klassenfahrten	0 kg CO ₂	
Auslandspraktika	8.366 kg CO ₂	
Zwischenbilanz Verkehr & Mobilität	342.462 kg CO₂	69%
Ernährung & Beschaffung		
Schulkantine	31.070 kg CO ₂	
Beschaffung / Papier	4.134 kg CO ₂	
Zwischenbilanz Ernährung & Beschaffung	35.204 kg CO₂	7%
Gesamtemissionen	498.298 kg CO₂	
Gesamtemissionen pro Schüler*in	664 kg CO₂	

Abbildung 22: Zusammenfassung der jährlichen CO₂-Emissionen, die an der FAKS in den Bereichen Gebäudeenergie & Erneuerbare Energien, Verkehr & Mobilität und Ernährung & Beschaffung anfallen.

Eine grafische Aufteilung der jährlichen CO₂-Emissionen ist in Abbildung 23 zu sehen.

Wie das Kreisdiagramm unschwer erkennen lässt, entfallen rund zwei Drittel der CO₂-Emissionen auf die Mobilität der Studierenden und Lehrer*innen. Einer der Gründe liegt darin, dass die Studierenden einerseits die Wegstrecken zur Unterrichtsstätte und andererseits aber auch zu ihrem Praktikumsplatz zurücklegen müssen. Eine Wahl des Wohnorts muss deshalb zwei Ziele berücksichtigen und da die Praktika zeitlich beschränkt sind, erfolgt in der Regel kein Umzug, sondern es werden längere Wege in Kauf genommen. Ein zweiter Grund für den hohen prozentualen Mobilitätsanteil liegt in den relativ geringen Emissionsmengen der Wärmeversorgung. Für den Emissionswert der Fernwärme wird von den Stadtwerken München ein Wert von 0,066 kgCO₂ pro kWh angegeben. Würde z.B. das Gebäude mit Erdgas beheizt, so würden sich die Emissionen für den Gebäudeenergiebedarf mehr als verdoppeln. Dementsprechend würde der Anteil des Verkehrs an den Gesamtemissionen sinken.

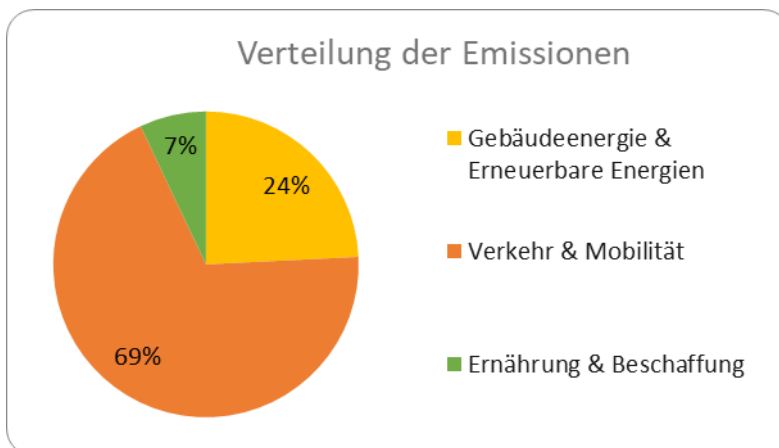


Abbildung 23: Aufteilung der jährlichen CO₂-Emissionen die an der FAKS anfallen.

5.2 Emissionen pro Schüler*in

Die Zahl der Schüler*innen an der FAKS beträgt 750. Zählt man die verschiedenen Emissionsbereiche zusammen und berechnet sie pro Schüler*in, so ergibt sich ein Wert von 664 kg CO₂ und Jahr.

5.3 Einordnung der Schulemissionen zu Gesamtemissionen Gesellschaft

Die durchschnittlichen CO_{2äq}-Emissionen in Deutschland betragen pro Person etwa 9 Tonnen pro Jahr. Hierbei sind die Methanemissionen und die Wirkung anderer Klimagase bereits eingerechnet. In diesem Wert sind alle Klimagasemissionen enthalten, die innerhalb der Landesgrenzen von Deutschland anfallen. Also auch alle Emissionen, die in der Industrie, in den Gewerbetrieben, der Landwirtschaft, den sozialen Einrichtungen - vom Theater über das Wasserwerk, die Schule bis zum Krankenhaus - entstehen. In der FAKS fallen also pro Schüler*in etwa 0,66 Tonnen CO_{2äq} an, die im oben angegebenen Durchschnittswert von 9 Tonnen pro Person enthalten ist.

5.4 Wie kann Klimaneutralität gelingen?

Klimaneutralität bedeutet, dass ein Land oder ein Betrieb oder eine Schule kein CO₂ oder andere Klimagase mehr verursacht. Letztlich bedeutet dies, dass nahezu keine fossilen Energieträger mehr verbrannt werden dürfen, sondern nur noch erneuerbare Energiequellen eingesetzt werden. Die restlichen, geringfügigen CO₂-Emissionen können durch Aufforstung und Kohlenstoffbindung oder durch CO₂-Abscheidung und Einspeicherung kompensiert werden. Ebenso müssen die Emissionen anderer Klimagase entsprechend reduziert werden.

Um das gesellschaftliche Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, müssen alle Haushalte, alle Industriebetriebe, alle Verwaltungen und alle Schulen versuchen klimaneutral zu werden. Entsprechend müssen auch die 664 Tonnen CO₂-Emissionen, die dem Schulbetrieb der FAKS zugerechnet werden können, auf bilanziell 0 reduziert werden.

5.4.1 Kann Klimaneutralität an der FAKS gelingen?

Nach Aussage der Stadt München ist eine Generalsanierung des Schulkomplexes für das Jahr 2024 geplant. Aufgrund der anstehenden Generalsanierung ist es unrealistisch, dass sich teure bauliche

Maßnahmen vorab umsetzen lassen, da diese Maßnahmen in aller Regel nicht innerhalb von nur 3-4 Jahren wirtschaftlich umsetzbar sind.

Daher geben wir hier nur einen groben Ausblick in welchen Bereichen Einsparpotentiale vorhanden sind.

Heizungssteuerung

Die Emissionen für die Raumheizung sind bereits jetzt relativ niedrig, da die von den Stadtwerken München bereitgestellt Fernwärme zu einem Großteil aus Abwärme gewonnen wird und nur ein geringer Anteil durch die Verbrennung fossiler Energieträger entsteht. Nach Angaben der Stadtwerke München soll auch verbleibende Anteil der Wärme bis zum Jahr 2024 aus Geothermie gewonnen werden. Der Emissionsfaktor für die Fernwärme sinkt somit perspektivisch von derzeit 0,066 kgCO₂/kWh gegen Null. Dennoch ist eine Einsparung von Wärme auch dann noch sinnvoll und geboten, weil die eingesparte Fernwärme dann an anderer Stelle eingesetzt werden und dort fossile Energieträger verdrängen kann.

Insbesondere sollte das Einsparpotential bei der Steuerung der Wärmeversorgung der einzelnen Klassenzimmer genutzt werden. Hier bestehen Optimierungsmöglichkeiten, da die Wärmeversorgung einzelner Abschnitte des Gebäudes nur als Ganzes gesteuert werden können, während gleichzeitig die Nutzung unterschiedlich ist (Unterricht in Klassenzimmern und Sekretariat). So muss z.B. ein gesamter Abschnitt beheizt werden, auch wenn nur eine kleine Fläche genutzt wird.

Im Strombereich gibt es Einsparpotential, das im Rahmen der Generalsanierung und zum Teil auch schon vorher erschließbar ist.

Beleuchtung

In einigen Teilbereichen des Gebäudes ist die Beleuchtung bereits auf hocheffiziente LED-Leuchten umgestellt worden, insbesondere Flure, Klassenzimmer und Turnhalle (NKI Förderprojekt). In anderen Teilen (z.B. Schwimmbad, einige Flure, Theaterhalle, Tiefgarage, Teil der Außenbeleuchtung) steht die Sanierung noch aus.

Ein wesentlicher Anteil des Stromverbrauchs ist dem Schwimmbad zuzuschreiben. Hier ist eine spezielle Verbrauchsanalyse notwendig, um vorhandene Einsparpotentiale zu erkennen und umzusetzen. Die Beleuchtung besteht aus sanierungsbedürftigen T8 Leuchtstoffröhren mit konventionellem Vorschaltgerät, die jedoch noch im Jahr 2021 ausgetauscht werden sollen. (siehe Abbildung 24)

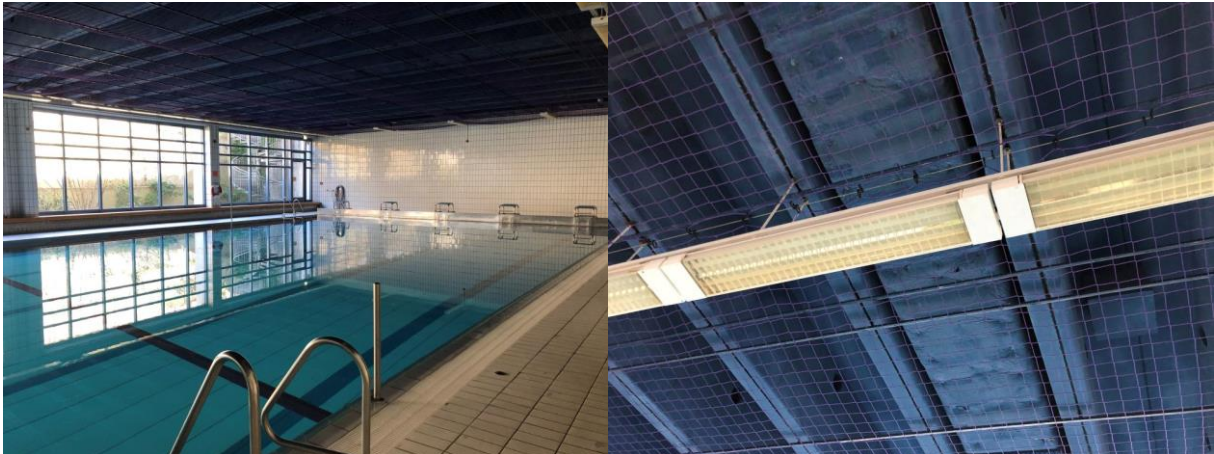


Abbildung 24: Links: Schwimmbad des Gebäudekomplexes, Rechts: Sanierungsbedürftige Beleuchtung mit veralteten T-8 Leuchtstoffröhren im Schwimmbad.

PV-Potential

Insbesondere sollte die Generalsanierung auch die Nutzung der gesamten geeigneten Dachfläche mit einer PV-Anlage umfassen. Nach ersten Abschätzungen können auf der Dachfläche rund 200 kW an PV-Modulen installiert werden. Diese könnten einen wesentlichen Teil des Reststromverbrauchs des Schulgebäudes (nach Nutzung der Stromsparmöglichkeiten) abdecken.

Mobilität

Im Bereich Mobilität sind die Handlungsmöglichkeiten beschränkt, doch auch hier gibt es einige Ansatzpunkte:

Die Parkplatzsituation für Fahrräder ist schlecht: Weder gibt es überdachte Fahrradabstellplätze noch akzeptable Fahrradständer, an denen sich das Fahrrad vernünftig anlehnen und abschließen lässt (siehe Abbildung 25 rechts). Mit einer Verbesserung dieser Situation könnte ein Umsteigen auf das Fahrrad befördert werden. Dies gilt sowohl für Student*innen als auch Lehrer*innen. Für das Lehrpersonal stehen in der Tiefgarage 120 kostenlose Einstellplätze für Autos bereit (siehe Abbildung 25 links). Diese ungleiche Behandlung von Auto- und Fahrradfahrern steht einem höheren Nutzungsanteil des Fahrrads entgegen.



Abbildung 25: Links: Tiefgarage mit 110 Abstellplätzen für Autos, Rechts: Abstellplätze für Fahrräder vor dem Schulgebäude.

Des Weiteren lässt auch die Radwegeinfrastruktur zu wünschen übrig. Die Student*innen sprachen die gefährlichen Radwege an. So wird z.B. der direkt vor Schule vorbeigehende schmale Fahrradweg in beiden Richtungen befahren. Gleichzeitig ist keine Abgrenzung zum Fußgängerweg vorhanden.

Mit der stärkeren Elektrifizierung des Öffentlichen Nachverkehrs und dem gleichzeitigen Ausbau der erneuerbaren Energiequellen werden auch die Emissionen des ÖPNV deutlich zurückgehen. Es bleibt anzumerken, dass der für die Emissionsbilanz verwendete CO₂-Emissionswert von 58 gCO₂/km ein vom UBA ermittelter Durchschnittswert darstellt, der aufgrund von fehlenden Angaben nicht an die konkrete Situation in München angepasst werden konnte.

Ernährung

Im Bereich der Schulkantine lässt sich durch die systematische Verwendung von Zutaten aus biologischem Anbau, durch ein Ernährungsangebot mit geringerem Fleischanteil, durch eine stärkere Orientierung an saisonalen und regionalen Produkten, sowie durch die Vermeidung von Verpackung und Abfallmengen in der Küche (z.B. durch etwas kleinere Portionen und kostenlosem Nachschlag) die CO₂-Emissionen senken. Im Verhältnis zu den Emissionen in den anderen Bereichen macht die Ernährung jedoch nur einen relativ kleinen Anteil aus (6%). Um Klimaneutralität zu erreichen, muss jedoch das Reduktionspotential in allen Bereichen systematisch erschlossen werden.

6 Anhang

6.1 Fragebogen Verkehr



Verkehrsbefragung an der FAKS München-Giesing

Im Rahmen des Projektes Schools4Future machen wir (Klasse Optiprax 1A Max) eine Verkehrsbefragung um die CO₂-Bilanz der Schule zu ermitteln.
Wir bitten um Ihre / deine Unterstützung durch Ausfüllen des Online-Fragebogens (Dauer: 3-4 Minuten)

*Required

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

- Lehrerin oder Lehrer
- Studierende im Optiprax
- Studierende im A- oder B-Kurs
- Erzieher*innenpraktikant*in im SPS

Wie weit ist es von Ihrer / deiner Haustür bis zum Schulgelände? (Wegstrecke von Tür zu Tür in km) *

Your answer _____

Bevorzugtes Verkehrsmittel für den Schulweg: *

- zu Fuß
- Fahrrad
- Bus
- andere ÖPNV (S-Bahn/Bahn,...)
- E-Bike / E-Scooter
- Moped / Motorrad
- Auto (Kleinwagen)
- Auto (Mittelklasse)
- Auto (Oberklasse/SUV)
- E-Auto (rein elektrisch)
- Sonstige

Wie weit ist es von Ihrer / deiner Haustür bis zur Praktikums-Einrichtung?
(Wegstrecke von Tür zu Tür in km)

Your answer _____

Bevorzugtes Verkehrsmittel für den Weg in die Praktikums-Einrichtung:

- zu Fuß
- Fahrrad
- Bus
- andere ÖPNV (S-Bahn/Bahn,...)
- E-Bike / E-Scooter
- Moped / Motorrad
- Auto (Kleinwagen)
- Auto (Mittelklasse)
- Auto (Oberklasse/SUV)
- E-Auto (rein elektrisch)
- Sonstige

Zusätzliche Anmerkungen zur Verkehrsmittelwahl:

Your answer _____

Dauer des Schulweges? (Angabe in Minuten)

Your answer _____

Dauer des Weges in die Praktikums-Einrichtung? (Angabe in Minuten)

Your answer _____

In welchem Ort oder Stadtteil wohnen Sie / wohnst Du?

Your answer _____

Geschlecht

- männlich
- weiblich
- keine Angabe / divers

Wie oft essen Sie/ isst du pro Woche in der Kantine?

Your answer _____

Wie viele Tassen / Becher Kaffee kaufen Sie pro Schulwoche?

Your answer _____

Submit

7 Literatur

BISKO-Bilanzierungs-Systematik Kommunal

https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf

Öko-Institut: Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln

<https://www.oeko.de/oekodoc/328/2007-011-de.pdf>

Öko-Institut: Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten

http://iinas.org/tl_files/iinas/downloads/GEMIS/2007_thg_fossil_BGW.pdf

UBA: Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/vergleich_der_durchschnittlichen_emissionen_einzelner_verkehrsmittel_im_personenverkehr_bezugsjahr_2018_tabelle.pdf

Umweltbundesamt 2020: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 -2019, Reihe Climate Change 13/2020

Wuppertal Institut: Umweltbegleitforschung für PKW und leichte Nutzfahrzeuge: Auswahl der Vergleichsfahrzeuge

https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Elektromobilitaet_TB_Vergleichsfahrzeuge.pdf

<https://www.swm.de/>
Kompensationsportale:

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

<https://de.myclimate.org/de/>

Schools4Future

Diese CO₂-Bilanz der FAKS wurde im Rahmen des Projektes Schools4Future erstellt. Schools4Future ist ein bundesweites Pilot-Projekt zur Umsetzung von klimaneutralen Schulen mit der Laufzeit 2020-2023. Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

Aktuelle Informationen zum Projekt finden sich auf www.schools4future.de



Dr. Sebastian Albert-Seifried

Dieter Seifried

Büro Ö-quadrat GmbH
Turnseestraße 44
79102 Freiburg

Tel.: 0761 - 7077 3279
Fax: 0761 - 7079 903

E-Mail: sas@oe2.de

www.oe2.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektpartner:



Oliver Wagner

Lena Tholen

Lotte Nawothnig

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

www.wupperinst.org