

Die Graphische als CO₂ Erlebnisraum mit dem Projekt „SchoolSu – CO₂ Berechnung per App“:

Allgemein

Überblick

Die Graphische hat eine App entwickelt, mit der die Treibhausgasemissionen einzelner Personen während des Schultages berechnet werden. In der Basisversion werden die Emissionen angegeben, die der individuelle Schulweg verursacht. In der Vollversion werden auch die Emissionen der Ernährung, Energienutzung, Medienkonsum, Papiernutzung, etc. erfasst. Die SchoolSu App berechnet nicht nur den individuellen CO₂-Fußabdruck, sondern informiert, motiviert, gibt Tipps, vergleicht und belohnt User innerhalb der Community mittels Infotainments und Gamification.

Pädagogische Idee:

Im Zuge der Klimadebatte ist laufend von Treibhausgasemissionen die Rede, es wird von t CO₂, Gt CO₂ gesprochen, etc., wobei viele Leute für diese Zahlen keine Vergleichsgröße kennen, daher wenig Vorstellung der Relevanz dieser Emissionswerte haben. Es soll in diesem Projekt den Schülerinnen und Schülern mit Hilfe einer App, die Emissionswerte anzeigt, der Umgang mit diesen neuen Einheiten nähergebracht werden.

Die App soll die Gemeinschaft der Schule stärken. Durch gemeinsame Tasks, wie den „Cool Friday“ wird CO₂ eingespart. Hier wird eine Aufgabe am Vortag angekündigt, z.B. „Morgen heizen wir die Schule um 1 Grad weniger, zieht euch alle warm an.“ Alle die mitmachen sehen, wie sich ihr Avatar wieder ein Stück weit beruhigt. Auch andere Aktionen werden angedacht, die sich bei einer Teilnahme positiv auf individuellen Wolken auswirken: Ein Second-Hand Kleidertausch wirkt der „Fast Fashion“ entgegen und ist ein weiterer Schritt. Die App hat einen Infotainment Aufbau. Auf einem Info-Dashboard sieht man nicht nur den Gesamtverbrauch der Schule in Zahlen (pro Tag & hochgerechnet aufs Schuljahr), sondern auch eine stellvertretende Auswahl an aktiven Avataren von Schüler:innen, Student:innen Kolleg:innen, Lehrer:innen und deren „Gemütszustand“ (der Wolke). Die App soll bewusst Gamification-Ansatz befolgen – eine Spiel ähnliche, interagierende und Gaming anmutende Oberfläche und Gaming User Experience. Personalisierte Avatare bekommen als Belohnung bekommen "digitale Sticker" und werden dadurch noch individueller und cooler. Ergänzend dazu könnte man in der realen Welt coole exklusive Sticker bekommen und sammeln. Via Social Media kann man den individuellen Wolken-Status und die Ergebnisse, samt Belohnung (digitale Sticker) teilen und den passenden Content kreieren.

Berechnungsdokumentation:

Allgemeine Festlegungen

Die Berechnung in der App wird auf jeweils einen Schultag bezogen, eine Umrechnung auf das gesamte Jahr ist zu Vergleich von publizierten Treibhausgasemissionen ebenfalls instruktiv.

Die Emissionsfaktoren werden teilweise aus verfügbaren Quellen und teilweise aus plausiblen Zusatzannahmen errechnet. Die Ergebnisse basieren daher auf Durchschnittswerten und nicht individuellen Situationen, aber die Größenordnung der Emissionen ist jedenfalls richtig. In der App geht es vor allem darum, diese Größenordnungen für unterschiedliche Quellen richtig einordnen zu können.

Die Genauigkeit der Emissionsfaktoren wird mit 4 Stellen angegeben und auf g bezogen. Diese Genauigkeit entspricht zwar nicht der Genauigkeit der Emissionsberechnung (aufgrund vieler Durchschnittswerte und Annahmen), aber da unterschiedliche Emissionsquellen zusammengerechnet werden, sollen auch sehr geringe Emissionen nicht vernachlässigt (die bei weniger Nachkommastellen auf Null zu runden wären) werden.

Bekannte Grunddaten der Schule

Aus den Energieabrechnungen sind die mittleren Endergiebedarfsdaten bekannt:

Wärme:

1400 MWh

Strom:

550 MWh

Schulweg

Auto mit Verbrennungsmotor

Annahmen und Umrechnungen:

Gesamte Emissionen PKW Durchschnitt Benzin und Diesel laut UBA2023 sind 218,7 g CO₂Äq / Pkm.

Bei einer angenommenen mittleren Geschwindigkeit von 30 km/h = 0,5 km/min ergibt eine Umrechnung auf Emission pro Minute Transportzeit: 0,1094 kg CO₂Äq / min

Verwendetes Ergebnis:

0,1094 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

UBA2023

https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_v_erkehrsmittel.pdf (zuletzt abgerufen am 17.9.2023)

Auto mit Elektroantrieb

Annahmen und Umrechnungen:

Gesamte Emissionen PKW Durchschnitt BEV bei Produktion gemäß UZ46 laut UBA2023 sind 59,4 g CO₂Äq / Pkm

Bei einer angenommenen mittleren Geschwindigkeit von 30 km/h = 0,5 km/min ergibt eine Umrechnung auf Emission pro Minute Transportzeit: 0,0297 kg CO₂Äq / min

Verwendetes Ergebnis:

0,0297 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

UBA2023

https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_v_erkehrsmittel.pdf (zuletzt abgerufen am 17.9.2023)

Motorrad mit Verbrennungsmotor

Annahmen und Umrechnungen:

Gesamte Emissionen PKW Durchschnitt Benzin und Diesel laut UBA2023 sind 218,7 g CO₂Äq / Pkm. Der mittlere Verbrauch von PKW beträgt etwa 7l/100 km, ein Motorrad verbraucht etwa 3 l/100km, wenn man von einem kleineren Modell ausgeht. Daher ergibt eine proportionale Umrechnung für die Emissionen eines Motorrades von 93,7 g CO₂Äq / Pkm.

Bei einer angenommenen mittleren Geschwindigkeit von 40 km/h = 0,67 km/min ergibt eine Umrechnung auf Emission pro Minute Transportzeit: 0,0628 kg CO₂Äq / min

Verwendetes Ergebnis:

0,0628 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

UBA2023

https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_v_erkehrsmittel.pdf (zuletzt abgerufen am 17.9.2023)

Öffentlich Bus

Annahmen und Umrechnungen:

Gesamte Emissionen für Linienbus laut UBA2023 sind 54,3 g CO₂Äq / Pkm. Gemäß AnachB2023 werden für Stadtbusse 54 g angegeben, also übereinstimmend.

Die mittlere Geschwindigkeit wird aus der Fahrzeit gemäß Software „Routenplaner Google“ aus exemplarischen Strecken ermittelt: Heiligenstadt-Neuwaldegg per Bus (mit Umstieg) 10 km in 33 min ergibt 0,3 km/min. (entspricht 18 km/h), es wird mit 0,35 km/min gerechnet.

Daher ergibt sich mit 0,35 km/min die Umrechnung auf Emission pro Minute Transportzeit: 0,019 kg CO₂Äq / min

Verwendetes Ergebnis:

0,019 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

UBA2023

https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_v_erkehrsmittel.pdf (zuletzt abgerufen am 17.9.2023)

AnachB2023 <https://www.verkehrsauskunft.at/co2-applikationen>

Öffentlich U-Bahn/Straßenbahn/Schnellbahn

Im Unterschied zum Bustransport erfolgt der schienengebundene Transport mit U-Bahn, Schnellbahn oder Straßenbahn mit elektrischer Antriebsenergie und in schienengebundenem Weg und für größere Personenzahlen. Damit ergeben sich insgesamt weniger Emissionen als im Busverkehr.

Annahmen und Umrechnungen:

Gesamte Emissionen für Straßen / Stadt / U-Bahn laut UBAD2021 sind 78,09 g CO₂Äq / Pkm, für Schienennahverkehr (Schnellbahn) sind 73,69 g CO₂Äq / Pkm. Dieser Wert für Deutschland resultiert möglicherweise aus mehr fossil erzeugtem Stromanteil in Deutschland. Gesamte Emissionen für Personennahverkehr Schiene Ö laut UBA2023 sind 13,3 g CO₂Äq / Pkm.

Gemäß AnachB2023 werden für U-Bahn 5 g CO₂Äq / Pkm bei einem Besetzungsgrad von 450 Personen angegeben, also deutlich weniger als laut UBAD2021. Für die Straßenbahn werden dort ebenfalls 5 g angegeben, wobei der Besetzungsgrad mit 140 Personen angegeben ist. Für Bahn & S-Bahn werden 13 g bei einem Besetzungsgrad von 110 Personen angegeben.

Es wird ein mittlerer Wert von 30 g CO₂Äq / Pkm.

Die mittlere Geschwindigkeit wird aus der Fahrzeit gemäß Software „Routenplaner Google“ aus exemplarischen Strecken ermittelt: Heiligenstadt-Hütteldorf S45 Bahn 12 km in 23 min ergibt 0,52 km/min. Mit U-Bahn 17 km in 33 min ergibt 0,52 km/min. Mit 7 min Umsteigezeiten wird mit 0,4 km/min (entspricht 27 km/h) gerechnet.

Daher ergibt sich mit 0,4 km/min die Umrechnung auf Emission pro Minute Transportzeit: 0,012 kg CO₂Äq / min

Verwendetes Ergebnis:

0,012 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

UBAD2021 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_fb_umweltfreundlich_mobil_bf.pdf (zuletzt abgerufen am 20.11.2023)

UBA2023 https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_v_erkehrsmittel.pdf (zuletzt abgerufen am 17.9.2023)

AnachB2023 <https://www.verkehrsauskunft.at/co2-applikationen> (zuletzt abgerufen am 30.11.2023)

Fahrrad/E-bike/E-scooter

Es wird die Energie für den Elektroantrieb samt Ladeverluste berücksichtigt.

Annahmen und Umrechnungen:

Gesamte Emissionen für Pedelec laut UBAD2021 sind 15,17 g CO₂Äq / Pkm

Bei einer angenommenen mittleren Geschwindigkeit von 15 km/h = 0,25 km/min ergibt eine Umrechnung auf Emission pro Minute Transportzeit: 0,0038 kg CO₂Äq / min

Verwendetes Ergebnis:

0,0038 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

UBAD2021 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_fb_umweltfreundlich_mobil_bf.pdf (zuletzt abgerufen am 20.11.2023)

nur zu Fuß

Für zu Fuß gehen werden keine eigenen Emissionen berücksichtigt, der zusätzliche Energieaufwand ist in Ernährung automatisch enthalten.

Ernährung

Es werden die THG-Emissionen für exemplarische Speisen berechnet, diese können dann prototypisch für ähnliche Speisen angewendet werden. Zur Abschätzung der erforderlichen Mengen werden auch die Nährwerte berechnet.

Als Grundlage der Emissionsfaktoren werden verschiedene Quellen herangezogen, es werden folgende Faktoren verwendet:

Lebensmittel	Bezugsgröße	spez. Nährwert	Emissionsfaktor	Quelle
		kJ/kg	kg CO ₂ Äq /kg	
Obst und Gemüse				
Apfel	kg		0,3	IFEU 2020
Banane	kg		0,6	IFEU 2020
Feldsalat	kg		0,3	IFEU 2020
Kartoffeln	kg		0,2	IFEU 2020
Kartoffelpüreepulver	kg		0,9	IFEU 2020
Mais	kg		1,2	IFEU 2020
Orange	kg		0,3	IFEU 2020
Salatgurke	kg		0,2	IFEU 2020
Tomaten	kg		0,8	IFEU 2020
Tomatenmark	kg		4,3	IFEU 2020
Zwiebeln	kg		0,2	IFEU 2020
Gemüse aus Konserven	Kg		0,4	GEMIS
				IFEU 2020
Milchprodukte				
Butter	kg		9,0	IFEU 2020
Ei	kg		3,0	IFEU 2020
Joghurt	kg		1,7	IFEU 2020
Käse	kg		7,2	IFEU 2020
Milch	kg		1,4	IFEU 2020
Topfen	kg		3,3	IFEU 2020
Schlagobers	kg		4,2	IFEU 2020
Sauerrahm	kg		3,0	IFEU 2020
	kg			IFEU 2020
Fleischprodukte				

Fisch (Zucht, gefroren)	kg		2,4	IFEU 2020
Fisch(Wild, frisch)	kg		4,0	IFEU 2020
Hühnchen	kg		5,5	IFEU 2020
Rindfleisch	kg		13,6	IFEU 2020
Hackfleisch Rind	kg		9,2	IFEU 2020
Schweinefleisch	kg		4,6	IFEU 2020
Tofu	kg		1,0	IFEU 2020
Wurst, Bratwurst	kg		2,9	IFEU 2020
Wurstaufschnitt Rind	kg		7,9	IFEU 2020
Wurst Durchschnitt	kg		5,3	GEMIS
Stärke-, öl- oder zuckerhaltige Produkte				
Brot, Mischbrot	kg		0,6	IFEU 2020
Brot, Weißbrot	kg		0,7	IFEU 2020
Feinbackwaren	kg		1,6	IFEU 2020
Gnocchi	kg		0,6	IFEU 2020
Margarine	kg		2,8	IFEU 2020
Nudeln	kg		0,7	IFEU 2020
Palmfett	kg		2,9	IFEU 2020
Pommes frites	kg		0,7	IFEU 2020
Reis	kg		3,1	IFEU 2020
Schokolade	kg		4,1	IFEU 2020
Sonnenblumenöl	kg		3,2	IFEU 2020
Walnüsse	kg		0,9	IFEU 2020
Zucker (Rübenzucker)	kg		0,7	IFEU 2020
	kg			IFEU 2020
Getränke				
Bier	kg		0,9	IFEU 2020
Kaffee	kg		5,6	IFEU 2020
Kakao	kg		5,0	IFEU 2020
Limonade	kg		0,4	IFEU 2020
Mineralwasser (Mehrwegflasche)	kg		0,2	IFEU 2020
Leitungswasser	kg		0,0	IFEU 2020
Apfelsaft	kg		0,4	IFEU 2020
Orangensaft	kg		0,7	IFEU 2020
				IFEU 2020

Gerichte

Gericht	Bezugsgröße	spez. Nährwert	Emissionsfaktor	Quelle
		kJ/kg	kg CO ₂ Äq	
Rinderfrikadelle mit Reis und Erbsen	Portion		2,0	IFEU 2020
Veggieburger mit Reis und Erbsen	Portion		1,0	IFEU 2020
Lasagne mit Rinderfaschiertem	Portion		1,6	IFEU 2020

Lasagne mit Schweinefaschiertem	Portion		1,0	IFEU 2020
Lasagne mit Sojagranulat	Portion		0,7	IFEU 2020
Rindsgulasch	Portion		2,6	IFEU 2020
Seelachsfilet	Portion		0,6	IFEU 2020
Reis-Gemüse-Auflauf	Portion		1,0	IFEU 2020
Vegetarische Spaghetti mit Paprikarahmsauce	Portion		0,6	IFEU 2020
Vegane Sojabolognese mit Reis	Portion		0,9	IFEU 2020
Vegane Penne Napoli	Portion		0,6	IFEU 2020
	Portion			IFEU 2020

Literaturquellen:

IFES 2020: <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Reinhardt-Gaertner-Wagner-2020-Oekologische-Fu%C3%9Fabdrucke-von-Lebensmitteln-und-Gerichten-in-Deutschland-ifeu-2020.pdf>

Weckerl Wurst

Es werden verschiedene Weckerl mit Wurst berechnet und daraus ein Schätzwert abgeleitet. Es wird eine einfache Wurstsemmel sowie ein Schinkenweckerl und das größere Weltmeisterweckerl berechnet.

Annahmen und Umrechnungen:

Es werden folgende Massen und Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

Zutaten		Masse	spez. Nährwert	Nährwert	Emissionsfaktor	THG
		kg	kJ/kg	kJ	kgCO ₂ e /kg Produkt	kg CO ₂ e
Wurstsemmel						
Semmel		0,07	11 380	797	0,65	0,046
Wurst		0,10	10 460	1 046	3,95	0,395
Tomate		0,02	710	14	0,50	0,010
Summe:				1 857		0,4505
Weltmeisterweckerl						
Schinken-Käse						
Serviette		0,002			0,65	0,001
Weckerl mit Mohn Unterteil samt Butter		0,035			0,70	0,025
Butter		0,004			9,00	0,036
Oberteil		0,035			0,70	0,025
Tomate		0,012			0,80	0,010

Käse		0,036			5,70	0,205
Schinken		0,033			7,90	0,261
Summe		0,157				0,562
Weckerl Schinken						
Serviette		0,002			0,650	0,001
Weckerl mit Mohn Unterteil samt Butter		0,035			0,700	0,025
Butter		0,004			9,000	0,036
Oberteil		0,035			0,700	0,025
Tomate		0,012			0,800	0,010
Schinken		0,036			2,900	0,104
Schinken		0,033			7,900	0,261
Summe		0,157				0,461

Verwendetes Ergebnis:

0,5 kg CO₂Äq / Stk.

Literaturquellen:

IFES 2020: <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Reinhardt-Gaertner-Wagner-2020-Oekologische-Fu%C3%9Fabdruecke-von-Lebensmitteln-und-Gerichten-in-Deutschland-ifeu-2020.pdf>

Weckerl Käse

Je nach verwendeter Quelle liegen die Emissionen durch Käse höher oder niedriger, also durchschnittlich in gleicher Größe wie Wurst. Es wird ein geringer Abschlag zu Wurst angenommen, weil die Bandbreite der Unterschiede bei Käse geringer ist.

Verwendetes Ergebnis:

0,48 kg CO₂Äq / Stk.

Weckerl vegan

Es werden verschiedene Weckerl mit Wurst berechnet und daraus ein Schätzwert abgeleitet. Es wird eine einfache Wurstsemmel sowie ein Schinkenweckerl und das größere Weltmeisterweckerl berechnet.

Annahmen und Umrechnungen:

Es werden folgende Massen und Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

Zutaten	Masse	spez. Nährwert	Nährwert	Emissionsfaktor	THG
	kg	kJ/kg	kJ	kgCO ₂ e /kg Produkt	kg CO ₂ e
Veganweckerl					
Weckerl Vollkorn	0,03		0	0,8	0,024
Margarine	0,007		0	2,8	0,0196
Salat	0,02		0	0,4	0,008
Ei	0,02		0	3	0,06
Tomate	0,02	710	14,2	0,5	0,01
Summe:	0,097	710	14,2	7,5	0,1216

Je nach verwendeter Quelle ergeben sich teilweise deutlich andere Werte, auch weil die Herkunft für bestimmte Einflussfaktoren entscheidend ist.

Verwendetes Ergebnis:

0,13 kg CO₂Äq / Stk.

Frischmenü Fleisch

Es wird ein mittlerer Wert zwischen verschiedenen vegetarischen Gerichten verwendet: Rinderfrikadelle (2,0 g), Lasagne (1,6 g bzw. 1,0 g), Rindsgulasch (2,6 g), Seelachsfilet (0,6 g) gewählt.

Verwendetes Ergebnis:

1,6 kg CO₂Äq/ Portion

Frischmenü vegetarisch

Es wird ein mittlerer Wert zwischen verschiedenen vegetarischen Gerichten verwendet: Reis-Gemüse-Auflauf (1,0), Vegetarische Spaghetti (0,6 g), Lasagne mit Sojagranulat(0,7 g) gewählt.

Verwendetes Ergebnis:

0,75 kg CO₂Äq/ Portion

Frischmenü vegan

Es wird ein mittlerer Wert zwischen verschiedenen veganen Gerichten verwendet: Veggieburger (1,0 g), Vegane Sojabolognese (0,9 g), Vegane Penne Napoli (0,6 g) gewählt.

Verwendetes Ergebnis:

0,7 kg CO₂-Äq / Portion

Fertigmenü

Es wird für die Verpackung ein Zuschlag von 0,1 kg CO₂-Äq angenommen.

Backware (Feingebäck)

Annahmen und Umrechnungen:

Gesamte Emissionen für 100 g schwere Topfengolatsche hat laut CODEC 2023 247 g CO₂-Äq. Gemäß IFES 2020 sind Feinbackwaren mit Emissionsfaktor von 1,6 kg CO₂-Äq /kg angegeben.

Bei einer Wägung ergibt sich 94 g für die Topfengolatsche, damit ergeben sich umgerechnet 232 g CO₂-Äq bzw. 150 g CO₂-Äq. Als mittlerer Wert werden 200 g CO₂-Äq verwendet.

Verwendetes Ergebnis:

0,2 kg CO₂-Äq / Stk.

Literaturquellen:

<https://www.codecheck.info/p/lebensmittel/backwaren/kleingebaeck-plunder/oelz-topfengolatschen.html>

Getränk Fruchtsaft

folgt

Getränk Kaffee, Tee

folgt

Verpackung als Extrapunkt

Wird extern eingekauft, fällt zusätzlich zur Ware eine Verpackung an, diese wird hiermit in Form einer durchschnittlichen Verpackung berücksichtigt.

Digital Life

Es werden sämtliche Aktivitäten mit Handy, Computer, etc. zusammengefasst, die Emissionen betreffen sowohl die Ladung bzw. den Verbrauch der eigenen Geräte als auch die weltweite Nutzung von Servern und Netzwerkinfrastruktur.

Generell wird die Gesamtnutzungsdauer (Basis Stunden) zugrunde gelegt, die vom Bediener der App mit einem Spinnenregler auch die folgenden Anwendungen aufgeteilt werden kann.

KI-Nutzung

Annahmen und Umrechnungen:

folgt

Verwendetes Ergebnis:

0,6 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

folgt

Streaming (Video, Gaming,...)

Annahmen und Umrechnungen:

Aus Quellen stammt die Angabe, dass Tictoc 2,63 g CO₂ pro genutzter Minute Emiccionn verursacht, Youtube nur 0,46 Gramm CO₂. Die Teilnahme an einer einstündigen Videokonferenz mit dem Notebook verursacht Treibhausgasemissionen von 55 g CO₂ (eq), also 0,92 g CO₂Äq / h

Als Mittelwert wird angenommen, dass Streaming bei 1,5 g CO₂Äq/min liegt, daher 90 g CO₂Äq / h, es wird mit 0,1 kg CO₂Äq / h gerechnet.

Verwendetes Ergebnis:

0,1 kg CO₂Äq / h

Literaturquellen:

URL: <https://www.globalcitizen.org/de/content/social-media-emissions-carbon-footprint/>, zuletzt abgerufen am 8.6.2025

Recherche (Suchmaschine, www,...)

Annahmen und Umrechnungen:

Literaturquellen geben an:

60 sec Internet : 571000 Nachrichten, 6300 h Songs, 694000 h Videos, 64000 geteilte Fotos, 100 Mrd. Nachrichten, 167 Mio. Videos, 856 min Onlinemeetings, 114000 Tinder-Matches

Aktuelle Schätzungen legen den CO₂-Ausstoß pro Megabyte bei etwa 3,5 Gramm an.

Eine scheinbar harmlose normale E-Mail ohne Anhang verursacht etwa 0,3 Gramm Kohlenstoffdioxid.

Verwendetes Ergebnis:

0,03 kg CO₂Äq / h

Literaturquellen:

URL https://www.focus.de/earth/experten/kolumne-von-anabel-ternes-energiefresser-im-internet-so-belasten-e-mails-und-social-media-unsere-umwelt_id_200659486.html... zuletzt abgerufen am

URL <https://www.andreasdolezal.at/die-klimaschaedliche-seite-von-ki/>... zuletzt abgerufen am

Social Media

Annahmen und Umrechnungen:

....: 0,1094 kg CO₂Äq / min

Verwendetes Ergebnis:

0,3 kg CO₂Äq / min

Literaturquellen:

folgt

Servergrundlast der Graphischen

Annahmen und Umrechnungen:

Serverraum Leistung 7 kW bei Vollbetrieb, inkl. Kühlung 13 kW (bei Kühlung 6 kW mittlere Kühlleistung dazu), Verteilerkästen und Schränke im Haus etwa auch 7 kW, damit insgesamt 20 kW . Diese Geräte laufen dauernd, also 365 Tage 24 Stunden, damit ergibt sich ein jährlicher Energiebedarf von 175.200 kWh. Umgerechnet auf 1500 Personen ergibt sich ein jährlicher Energiebedarf von 116,8 kWh/Person. Umgerechnet auf 180 Tage der Anwesenheit im Gebäude 0,65 kWh/Person.Tag .

Mit einem Emissionsfaktor von 0,21 kg CO₂Äq / kWh ergibt sich ein täglicher Grundwert pro Person von 0,136 kgCO₂Äq, mit Aufschlag ergibt sich 0,15 kgCO₂Äq

Verwendetes Ergebnis:

0,15 kg CO₂Äq / Person und Tag

Literaturquellen:

folgt

Digital Life – Mobiles Filmstreaming

Es werden speziell die Emissionen ermittelt, die das Streaming von Filmen (z.B. Netflix) verursacht, um diese Emissionen zum Vergleich für andere Emissionen darzustellen. Es soll also z.B. angegeben werden, wie lange man Film schauen muss, damit man dieselben Emissionen verursacht, wie wenn man eine Wurstsemmel isst.

Daten aus der Literatur

Es liegen nach einer Internetrecherche sehr unterschiedliche Emissionsdaten vor.

Annahmen und Umrechnungen:

TrueCarbon Studie 2021:

Nutzung von Glasfaser verursacht 2 g CO₂eq pro Stunde, Kupferkabel 4g, Mobile Daten 90 g pro Stunde.

Literaturquellen:

URL <https://www.carbontrust.com/our-work-and-impact/guides-reports-and-tools/carbon-impact-of-video-streaming...> zuletzt abgerufen am 2.1.2025

URL [https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-11/IA_report-ICT_study_final_2020_\(CIRCABC\).pdf](https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-11/IA_report-ICT_study_final_2020_(CIRCABC).pdf) ... zuletzt abgerufen am 2.1.2025

Analog Life

In diesem Punkt sind etliche Handlungen des täglichen Lebens in der Schule zusammengefasst.

Papierverbrauch

Annahmen und Umrechnungen:

0,06 kg CO₂Äq / A4

Verwendetes Ergebnis:

0,06 kg CO₂Äq / A4

Literaturquellen:

folgt

Hygienepapiere

Annahmen und Umrechnungen:

Falthandtücher wiegen nach eigener Messung 1,85 g pro Handtuch, bei einem Emissionsfaktor für Hygienepapier als Recyclingprodukt von 0,5 kg CO₂Äq /kg ergibt dies pro Handtuch THG-Emissionen von 0,925 g, mit Aufschlag für Manipulation und Seife wird 1,2 g CO₂Äq pro Blatt angenommen. Dieser Wert wird auch als Grundlage für andere Hygienepapiere verwendet.

Verwendetes Ergebnis:

0,0012 kg CO₂Äq / Blatt

Literaturquellen:

folgt

Kleidung

In diesem Punkt sind die Bekleidungen, mit denen die Personen die Schule besuchen berücksichtigt.

Kleidungsvarianten

Annahmen und Umrechnungen:

Art der Kleidung	Nutzungsdauer Überkleidung	Anteil Überkleidung	Nutzungsdauer sonstige Kleidung	Emissionsfaktor kg CO ₂ äq/Tag
fast-fashion	5 Tage getragen	60%	30 Tage	5,2
durchschnittskleidung	30 Tage getragen	60%	50 Tage	1,092
Biomarken	30 Tage getragen	60%	50 Tage	0,68
Second Hand	80 Tage getragen	60%	50 Tage	0,8125

Literaturdaten geben für ein T-shirt 39 kg CO₂äq/kg für konventionelle Herstellung und 8 kg CO₂äq/kg für Bioherstellung an. Weiters wird angegeben, dass pro Person im Mittel (Sommer, Winter, etc.) ca. 1 kg Kleidung (Frauen 0,8 kg, Männer 1,1 kg) vorliegt.

Damit erfolgt die Umrechnung auf die Tage der Nutzung gemäß der Nutzungsdauer der Kleidungsstücke, wobei zwischen der sichtbaren Überkleidung (wird mit 60% angenommen) und der sonstigen Kleidung (40 %) unterschieden wird. Die Biomarken werden nur bei der Überkleidung berücksichtigt.

Verwendetes Ergebnis:

Art der Kleidung	Emissionsfaktor kg CO ₂ äq/Tag
fast-fashion	5,2
durchschnittskleidung	1,092
Biomarken	0,68
Second Hand	0,8125

Literaturquellen:

folgt

Klassenraum

Es wird sämtlicher Energiebedarf für ein durchschnittliches Klassenzimmer berechnet und auf eine durchschnittliche Personenanzahl aufgeteilt.

Die Gesamtnutzfläche der Schule ist ca. 11000 m², die Fläche von Klassenräumen (auch Labor, etc.) beträgt ca. 6000 m² (ohne Werkstätten, Turnsaal, etc.). Werden 1250 Personen als Nutzer dieser Räume angenommen, so kommt in den Klassenräumen zu 4,8 m² pro Person bzw. 15 Personen in einem durchschnittlichen Klassenraum. Die Verbrauchsdaten werden dann auf 15 Personen aufgeteilt.

Generell wird der Wert als jährlicher Mittelwert angelegt, wobei zwischen Heizperiode und Nicht-Heizperiode unterschieden wird. Bei 180 Tagen Anwesenheit in der Schule wird als Heizperiode 100 Anwesenheitstage zugrunde gelegt.

Raumwärme in der Heizperiode

Annahmen und Umrechnungen:

Der Wärmebedarf soll auf jenen Teil, der von den Einzelpersonen durch Änderung der Raumtemperatur veränderbar ist und jenen Teil, der nur schulweit änderbar ist aufgeteilt werden. Die Gesamtnutzfläche ist ca. 11000 m², die Fläche von Klassenräumen (auch Labor, etc.) beträgt ca. 6000 m² (ohne Werkstätten, Turnsaal, etc.), damit wird eine Aufteilung von 45% nicht beeinflussbar und 55 % durch die Raumtemperatur beeinflussbar angesetzt.

Damit ergibt sich eine Aufteilung des Gesamtwärmebedarfes von 1400 MWh/a auf 630 MWh als Grundbetrag und 770 MWh beeinflussbar. Pro Person (1300 Personen) und pro Heiztag (100 Heiztage bei Anwesenheit zugrunde gelegt) ergeben sich 7,7 kWh Grundbetrag und 6 kWh beeinflussbar. Mit einem Emissionsfaktor für Fernwärme von 0,19 kg CO₂Äq / kWh ergibt sich 1,46 kg CO₂Äq Grundbetrag und 1,14 kg CO₂Äq beeinflussbarer Anteil.

Für den beeinflussbaren Anteil wird eine vorhandene Raumtemperatur von 22 °C und mittlere Außentemperatur von 7°C angenommen, mit entsprechender Änderung der Raumtemperatur können die Werte umgerechnet werden:

Tägliche THG für Klassenraum/Person = $1,46 \cdot (\text{Raumtemperatur} - 7) / (22 - 7)$

Der Rest des Wärmeverbrauches wird als nicht veränderbare THG-Emission angesetzt, auf die Personenanzahl umgelegt ergibt sich pro Person 1,14 kg CO₂Äq als fixer Grundbetrag

Verwendetes Ergebnis:

Tägliche THG für Klassenraum/Person = $1,46 \cdot (\text{Raumtemperatur} - 7) / (22 - 7)$ in kg CO₂Äq

Fixer Grundbetrag 1,14 kg CO₂Äq

Literaturquellen:

<https://www.wien.gv.at/spezial/energiebericht/> zuletzt abgerufen am 18.11.2024

Kunstlicht in der Klasse

Annahmen und Umrechnungen:

Wird in einem Klassenraum (70 m²) die eingesetzte elektrische Lichtleistung von 550 W zugrunde gelegt, so ergibt sich bei einer täglichen Beleuchtungszeit von 10 h ein Energiebedarf von 5,5 kWh pro Klassenraum. Bei 15 Personen ergibt sich pro Person 0,37 kWh, dies entspricht mit dem Emissionsfaktor für österreichischen Strom von 0,21 kg CO₂Äq / kWh einer THG-Menge von 0,078 kg CO₂Äq.

Wird das Licht nur zur Hälfte (nur ein Lichtband) aufgedreht, ergibt sich 0,039 kg CO₂Äq.

Verwendetes Ergebnis:

0,078 bzw. 0,039 kg CO₂Äq

Literaturquellen:

<https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html> zuletzt abgerufen am 18.11.25

Beamer

Annahmen und Umrechnungen:

Pro Klasse wird ein Beamer mit 220 W Leistung angenommen, die Zeit wird individuell eingegeben. Es ergibt sich pro Stunde eine THG-Emission von 0,046 kg CO₂Äq / h, pro Person (15 Personen) ergibt sich 0,003 kg CO₂Äq / h

Verwendetes Ergebnis:

Aufgrund der geringen THG-Menge wird diese Berechnung von 0,003 kg CO₂Äq / h nicht in der App abgebildet.

Literaturquellen:

<https://www.blitzrechner.de/beamer/#:~:text=Herk%C3%B6mmliche%20Beamer%20arbeiten%20mit%20DLP,100%20bis%20200%20Watt%20auskommen> . zuletzt abgerufen am 18.11.2024

Sonstiger Stromverbrauch

Annahmen und Umrechnungen:

Der Stromverbrauch der Graphischen ist durchschnittlich 550 MWh, pro Person (1300) und Tag (180 Anwesenheitstage) ergibt sich zu 2,35 kWh/P.d, dies ergibt THG-Emissionen mit Emissionsfaktor 0,21 kg CO₂Äq / kWh zu 0,5 kg CO₂Äq.

Wird der extra errechnete Wert der IT-Infrastruktur von 0,15 kg und die Beleuchtung der Klassenräume von 0,078 kg abgezogen, bleiben Emissionen aufgrund sonstiger Stromnutzung von 0,27 kg CO₂Äq.

Verwendetes Ergebnis:

0,27 kg CO₂Äq.

Literaturquellen:

folgt

Vergleichswerte

Um das pädagogische Ziel, sich Treibhausgasemissionen besser vorstellen zu können werden diese mit Werten verglichen, für die durchschnittliche Leute eine Vorstellung haben. Dazu werden die Treibhausgasemissionen in verschiedene ökologisch gleichwertige Werte umgerechnet, beispielsweise in die Anzahl an Bäumen, die zur Kompensation der ausgestoßenen Treibhausmenge erforderlich ist. Statt der Anzahl kann auch die erforderliche Landfläche für die entsprechende Bepflanzung angegeben werden. Ein anderer Ansatz ist, den weltweiten Schaden anzugeben, der durch die THG Emission verursacht wird.

Biogene Fläche bzw. Baumtage

Ein Baum nimmt gemäß Literaturrecherche je nach Baumart und Situation zwischen 10 und 30, manchen Quellen zufolge bis 50 kg CO₂ im Jahr auf. Diese CO₂ Menge ist von der Atmosphäre entnommen und trägt daher nicht mehr zur Klimaerwärmung bei.

Es wird ein mittlerer konservativer Wert nach einer Publikation der Uni Münster angenommen, wonach ein durchschnittlicher Baum 12,5 kg CO₂ pro Jahr aufnimmt. Wird die CO₂ Aufnahme auf einen Tag umgerechnet muss durch 365 dividiert werden, dies ergibt 0,034

kg/Tag. Will man die Anzahl der Bäume zur Kompensation von 1 kg CO₂ pro Tag wissen, muss $1 \text{ kg} / 0,034 = 29,2$ berechnet werden. Es wird dazu die Einheit Baumtage kreiert, also es sind 29 Baumtage erforderlich, um 1 kg CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen. Besser vorstellbar als entweder 29 Bäume, die an einem Tag insgesamt 1 kg binden oder 1 Baum, der 29 Tage braucht um 1 kg zu binden.

Verwendetes Ergebnis:

29 Baumtage/ kg CO₂Äq

Literaturquellen:

https://www.wildes-bayern.de/wp-content/uploads/2021/04/cUniversitaet_Muenster_CO2-Bindung-Baeume.pdf (zuletzt abgerufen am 1.6.2025)

Äquivalente Schadenskosten

Es liegen sehr unterschiedliche Studien zu diesem Thema vor, festzulegen ist auch, welcher regionale Bereich zugrunde gelegt wird. Es wird hier der weltweite Schaden berücksichtigt, da das Klimaproblem nur weltweit gesehen werden kann. Die ausgestoßenen THG verteilen sich auch in der Atmosphäre und wirken daher weltweit. Eine weitere Festlegung ist, welche Schäden berücksichtigt werden sollen, jene der nahen Gegenwart mehr oder auch jene der zukünftigen Generationen in gleicher Gewichtung. Der präferierte Ansatz verwendet die ungewichtete Variante der Schadenskosten, die also auch Zeiten in mehr als 30 Jahren gleichwertig berücksichtigt.

Es werden daher aus den Schadenskosten von € 680,-/t CO₂Äq ohne Gewichtung der jetzigen Generation und € 195,-/t CO₂Äq mit Höhergewichtung derzeitiger Generation gemäß der Studie des Umweltbundesamt Deutschland (UBAD 2020) zugrunde gelegt. Es wird ein plausibler runder mittlerer Wert von 500 € / t CO₂Äq bzw. 0,5 €/kg CO₂Äq für einfache Abschätzung verwendet.

Verwendetes Ergebnis:

0,5 € / kg CO₂Äq

Literaturquellen:

UBA D 2020:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-12-21_methodenkonvention_3_1_kostensaetze.pdf (zuletzt abgerufen am 31.12.2023)

Sonstige Dokumentation:
