

# KLIMAAUSWIRKUNGEN (CO<sub>2</sub>-ÄQ) DER INFORMATIKAUSSTATTUNG IN DER OBLIGATORISCHEN SCHULE

---

Stand und Auswirkungen der Umsetzung des Projekts zur Übernahme des Informatikparks der obligatorischen Schulen durch den Kanton (DAOS/ENEO)

**Vereinfachter Bericht**

Datum	Mai
Version	1.1 - Vereinfachter Bericht
Redaktion	Werner Halter, Climate Services SA
Verantwortliche für die Datenerhebung	Marylène Labéguerie, Programmleiterin DAOS

## 1. EINFÜHRUNG

---

Die Direktion für Bildung und kulturelle Angelegenheiten BKAD des Kantons Freiburg hat die Aufgabe, die digitale Bildung auf der Ebene der obligatorischen Schule umzusetzen, um die Anforderungen der Lehrpläne zu erfüllen. Dabei profitiert sie von den Erfahrungen, die seit vier Jahren in den deutschsprachigen Schulen mit dem Lehrplan 21 (LP 21) gemacht wurden. Nun muss sie noch im französischsprachigen Kantonsteil das digitale Bildungsmodul umsetzen, das der Westschweizer Lehrplan (Plan d'études romand, PER) vorsieht.

Parallel dazu wollte der Freiburger Grosse Rat, dass die heute von den Gemeinden bezahlte IT-Ausstattung (Tablets, Computer) der Schülerinnen und Schüler sowie des Lehr- und Verwaltungspersonals vom Kanton übernommen wird. Mit der Annahme der Motion 2019-GC-139 verlangten die Grossratsmitglieder zudem, dass der Kanton für jede Schülerin und jeden Schüler der Orientierungsschule ein persönliches IT-Gerät zur Verfügung stellt. Um diese Anpassungen umzusetzen, hat der Staatsrat das Projekt zur Übernahme der Finanzierung und des Betriebs des Informatikparks der obligatorischen Schule (1H–11H) durch den Kanton (Projekt DAOS) entwickelt.

An den Schulen gibt es bereits eine IT-Ausstattung, aber das Lernen im Bereich der digitalen Bildung und die kantonale Übernahme dieser Geräte (IT-Tools) durch den Kanton erfordern eine Aktualisierung und Harmonisierung der Ausstattung der Schulen. Der Kauf von IT-Ausstattung führt zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen und zu einem höheren Energieverbrauch.

Die vorliegende Studie wurde von der Arbeitsgruppe Gesundheit und Nachhaltigkeit im Rahmen des Projekts DAOS in Auftrag gegeben. Ziel ist die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Äquivalente der vorhandenen Ausrüstung und die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Äquivalente nach der Umsetzung des oben genannten Projekts DAOS; auch sollen diese Emissionen mit den Emissionen, die im Alltag einer Schülerin oder eines Schülers im Kanton Freiburg entstehen, in Bezug gesetzt werden. Mit diesen Ergebnissen wird dem Wunsch des Grossen Rates nach Informationen über die Umweltauswirkungen der Einführung des Projekts DAOS (Anzahl der gekauften Geräte, Nutzungsdauer, Recycling, Stromverbrauch...) entsprochen.

Die Studie erweitert die Analyse auf die Geräte der IT-Infrastruktur der Schulen (Projektionssysteme, Server), für die die Gemeinden zuständig sind und dies auch bleiben.

Die Arbeit wurde mit der Unterstützung von Sébastien Rumley, Professor an der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HEIA-FR), der seine Expertise im Bereich der CO<sub>2</sub>-Auswirkungen von IT-Infrastrukturen einbrachte..

## 2. METHODIK

---

### 2.1. Definitionen

Die in diesem Dokument verwendete Terminologie deckt sich mit der in der Botschaft zum Projekt DAOS verwendeten Terminologie:

- Informatikausstattung, IT-Geräte oder digitale Ausstattung entsprechen Computern und Tablets.
- Der Informatikpark der obligatorischen Schulen bezeichnet die gesamte Informatikausstattung der Schülerinnen und Schüler, der Lehrkräfte und des kantonalen Verwaltungspersonals.
- Die IT-Infrastruktur umfasst die verschiedenen Verbindungstechnologien (Stromelemente und Netzwerkkomponenten, hauptsächlich Kabel, WLAN-Hotspots, Switches...) und die Peripheriegeräte (Projektionssystem, Leinwand oder Beamer, Dokumentenkameras, Drucker, Mäuse, Kopfhörer, Eingabestifte, Speicher- und Aufladesystem...).
- Die IT (Informationstechnologie) umfasst den gesamten Informatikpark und die IT-Infrastruktur der Schulen.

## 2.2. Quantifizierung der Emissionen

Die Berechnung der CO<sub>2</sub> äq-Emissionen im Zusammenhang mit dem Informatikpark in Schulen basiert auf den drei Lebensphasen der Geräte:

1. **Die Herstellung:** Die Art der Berechnung der einzelnen Geräte erfolgt anhand der *Base Carbone*<sup>1</sup> der französischen Agentur für den ökologischen Wandel (ADEME).
2. **Die Nutzung:** Die Standardquantifizierung des Stromverbrauchs und der dazugehörigen Emissionsfaktoren stammt vom Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) und basiert auf einem durchschnittlichen Emissionsfaktor des in der Schweiz verbrauchten Stroms.  
Der Energieverbrauch wird anhand des Energieverbrauchs der Geräte und der Anzahl der Stunden, die sie am Tag genutzt werden, berechnet.  
Die Lebensdauer der Geräte ist von einem Tablet- oder Computertyp zum anderen unterschiedlich und die Auswirkungen der Herstellung, bezogen auf einen Tag pro Schüler/in, sind geringer, wenn die Lebensdauer länger ist.
3. **Ende der Lebensdauer:** Die Berechnung der Emissionsfaktoren am Ende der Lebensdauer von Geräten stammt aus der Ecoinvent-Datenbank.<sup>2</sup>

Die Berechnung der Emissionen bezieht sich auf eine Referenzeinheit; die hier gewählte Einheit ist ein Schultag (Tag einer Schülerin oder eines Schülers), was bedeutet, dass alle CO<sub>2</sub>-Äquivalente auf ihren Tageseffekt bezogen werden. So wird die Auswirkung der Herstellung eines Computers durch die Anzahl der Nutzungsjahre und die Anzahl der Schultage pro Jahr geteilt, um die Auswirkung der Herstellung pro Nutzungstag zu erhalten. Bei der Herstellung eines Desktop-Computers beispielsweise werden ca. 170 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausgestossen; wird dieser während sechs Jahren und an 185 Schultage pro Jahr genutzt, beträgt die Auswirkung pro Schultag ca. 153 g CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

Die Terminologie CO<sub>2</sub> äq besagt, dass die Quantifizierung für alle Treibhausgase in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten erfolgt.

Die Details der Berechnungsmethode, die Quellen der Emissionsfaktoren und die für die Quantifizierung getroffenen Annahmen sind in einem Dokument im Anhang aufgeführt, das bei der Direktion für Bildung und kulturelle Angelegenheiten BKAD des Kantons Freiburg erhältlich ist.

## 2.3. Durchschnittliche Emissionen einer Schülerin/eines Schülers und einer Schweizer Bürgerin/eines Schweizer Bürgers

Die Emissionen von IT-Geräten wurden mit den geschätzten Emissionen einer Schülerin/eines Schülers während eines Schultages sowie mit den durchschnittlichen Emissionen einer Schweizer Bürgerin/eines Schweizer Bürgers verglichen.

Dazu haben wir die Emissionen eines Schultages – ohne IT – geschätzt und dabei den Energiebedarf, die Fahrten, das Mittagessen sowie Bücher und Papier berücksichtigt.

Die Gesamtemissionen für einen Schultag – ohne IT – werden somit auf 4,47 kgCO<sub>2</sub> äq, vgl. Tabelle 1 veranschlagt. Multipliziert man diese Auswirkung mit der Anzahl der Schultage in einem Jahr (185 Tage) und der Anzahl der Schülerinnen und Schüler (40 865), so ergibt sich für alle Schulen des Kantons eine Gesamtwirkung über das Jahr von etwa 34 000 tCO<sub>2</sub> äq.

---

<sup>1</sup> Öffentliche Datenbank mit Emissionsfaktoren, die für die Erstellung einer Bilanz der Treibhausgasemissionen (THG) und ganz allgemein für jede Art von CO<sub>2</sub>-Berechnung benötigt werden. <https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-c>

<sup>2</sup> Weltweit erste Quelle für Ökobilanzdaten mit mehreren tausend Nutzerinnen und Nutzern in über 40 Ländern. Die ecoinvent-Daten werden unter anderem in der Lebenszyklusanalyse (LCA) von Geräten verwendet. <https://ecoinvent.org/>

Der durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen in der Schweiz liegen bei 11,8 tCO<sub>2</sub>-äq, was etwa 32 kgCO<sub>2</sub>-äq pro Tag und Person entspricht. Ein Schultag macht gerade einmal 15% des Tages einer durchschnittlichen Person in der Schweiz aus.

Tabelle1: Vergleich der relativen Bedeutung der Treibhausgasemissionen

Gesamtauswirkungen (ohne IT)	Emissionen pro Schüler/in pro Tag
<b>Tätigkeit in der Klasse</b>	<b>kgCO<sub>2</sub>/Tag</b>
Heizung der Schule	0.31
Strom (ohne IT)	0.16
Fahrt zur Schule	0.68
Mittagessen	
Mit Fleisch	2.16
Vegetarisch	0.68
Lieferung	
Bücher	0.03
Papier	0.03
Lehrpersonen	0.42
<b>Total</b>	<b>4.47</b>

## 2.4. Umfang der Studie

Die betroffene Population umfasst 40 865 Schülerinnen und Schüler, davon 29 124 auf der Primarstufe, 11 741 auf der Sekundarstufe 1 (OS) und 4700 Lehrpersonen. Sie entspricht den Beständen am 31.12.2023, als die Bestandsaufnahme der Informatikausstattung und des IT-Supports an den obligatorischen Schulen des Kantons Freiburg 2024 durchgeführt wurde. Es sei darauf hingewiesen, dass die Bestände für den aktuellen Informatikpark (Kapitel 3) und den im Rahmen des Projekts DAOS angestrebten Informatikpark (Kapitel 4) gleich sind, um einen Vergleich der Entwicklung bei gleichbleibender Bestandszahlen zu ermöglichen.

Das Mandat betraf allein die Informatikausstattung. Zu Vergleichszwecken und um die vollständigen Auswirkungen der IT der obligatorischen Schule zu verstehen, wurde die IT-Infrastruktur in die vorliegende Studie einbezogen.

Die Elemente, die jeweils aus Gründen der Datenverfügbarkeit oder Schätzbarkeit (siehe Erläuterungen) in die Studie einbezogen bzw. nicht einbezogen wurden, sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle2: Umfang der Studie

In der Studie einbezogen	Nicht in die Studie aufgenommen
<b>Informatikausstattung</b>	<b>IT-Infrastruktur</b>
Stationäre Computer	Drucker
Laptops	Unabhängige Soundsysteme
Tablets	Ferndienste (Cloud)
<b>IT-Infrastruktur</b>	Internet-Netzwerk-Konnektivität
Ultra Kurzdistanz Beamer	Persönliche Peripheriegeräte (Tastatur, Maus, Stifte...)
Standard-Beamer	Einzelbildschirme
TV-Flachbildschirme 65"	Dockingsstationen
TV-Flachbildschirme 75"	
TV-Flachbildschirme 85" und grösser	
Dokumentenkameras	
Router/Switch	
Server	

### 3. BESTANDSAUFNAHME DES AKTUELLEN INFORMATIKPARKS UND DER IT-INFRASTRUKTUR

---

#### 3.1. Daten

Die Daten zur bestehenden Informatikausstattung und IT-Infrastruktur an den Schulen stammen aus einer Umfrage, die die Fachstelle Fritic im Jahr 2024 bei den Schuldirektionen aller Primarschulen und Orientierungsschulen des Kantons Freiburg durchgeführt hat. Diese Umfrage liefert Informationen darüber, welche Ausstattungsarten in den Schulen vorhanden sind und wie viele Geräte, und zwar für alle Nutzerinnen und Nutzer der Schule (Schüler/innen, Lehrpersonen, Verwaltungspersonal). Der Informatikpark besteht aus 10 334 Informatikgeräten in den Primarschulen und 6857 in den Orientierungsschulen. Die Lebensdauer der Geräte wurde auf der Grundlage der zwischen vor 2020 und 2023 getätigten Erneuerungen geschätzt.

#### 3.2. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung zeigen, dass die Auswirkungen der derzeitigen IT-Ausstattung 0,057 kgCO<sub>2</sub> äq pro Schüler/in und Schultag betragen (0,046 kgCO<sub>2</sub> äq in den Primarschulen und 0,083 kgCO<sub>2</sub> äq in den Orientierungsschulen).

Multipliziert mit der Anzahl der Schultage (185) und der Gesamtzahl der Schülerinnen und Schüler (40 865) belaufen sich die aktuellen Auswirkungen auf etwa 428 tCO<sub>2</sub> äq pro Jahr (Primarschulen: 248 tCO<sub>2</sub> äq, Orientierungsschulen: 180 tCO<sub>2</sub> äq).

Die relativen Auswirkungen der Herstellung hängen von der durchschnittlichen Lebensdauer, die zwischen der Primarschule und der Orientierungsschule unterschiedlich ist, und von der durchschnittlichen Nutzungsdauer pro Tag ab.

Der grösste Teil dieser Auswirkungen entsteht bei der Herstellung der Geräte. Sie macht zwischen 70 und 90% der Gesamtauswirkungen von persönlichen Geräten aus. Der Energieverbrauch liegt im Durchschnitt zwischen 10 und 20% für persönliche Geräte und zwischen 20 und 50% für Projektionsgeräte.

Für die gesamte IT (Ausstattung und Infrastruktur) belaufen sich die Auswirkungen diesmal 0,097 kgCO<sub>2</sub> äq pro Schüler/in und Schultag in den Primarschulen und 0,198 kgCO<sub>2</sub> äq pro Schüler/in und Schultag in den Orientierungsschulen. Insgesamt betragen die Auswirkungen jedes Jahr etwa 953 tCO<sub>2</sub> (Primarschulen: 523, Orientierungsschulen: 430), davon 428 tCO<sub>2</sub> äq im Zusammenhang mit der IT-Ausstattung und 525 tCO<sub>2</sub> äq im Zusammenhang mit der IT-Infrastruktur.

#### 3.3. Vergleichsfaktoren

Die Emissionen der IT-Geräte des aktuellen Informatikparks entsprechen den Emissionen von 36,5 Personen pro Jahr in der Schweiz (einschliesslich der Importe).

Diese Emissionen können auch mit den Emissionen des Informatikparks der Kantonsverwaltung (10 700 Personen) verglichen werden, die auf 965 tCO<sub>2</sub> äq pro Jahr veranschlagt wurden.<sup>3</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass der Umfang bei vielen Parametern unterschiedlich ist, sei es beim Umfang oder bei der Nutzung (beispielsweise verwendet die Kantonsverwaltung vermehrt zusätzliche persönliche Bildschirme) oder bei der Methode (nur neue Geräte, die im Laufe des Jahres gekauft wurden, wurden gezählt und die Daten extrapoliert).

Der Anteil der IT-Ausstattung macht derzeit durchschnittlich 1,6% der Gesamtemissionen eines Schultages einer Schülerin oder eines Schülers aus.

---

<sup>3</sup> Die Quantifizierung stammt aus der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Kantonsverwaltung (Bericht zum Postulat 2020-GC-185) und basiert auf den in einem Jahr gekauften Computern und Projektionsgeräten.

Abbildung 1 stellt die Emissionen von IT-Geräte den Emissionen der IT-Infrastruktur, des restlichen typischen Schultages und des restlichen typischen Tages einer Person in der Schweiz gegenüber. Verglichen mit den Emissionen eines durchschnittlichen Tages einer Person in der Schweiz machen die Emissionen der Geräte 0,25% aus.

Ein Vergleich mit Litern Benzin wird vorgeschlagen, ein Indikator, der aussagekräftig und ohne Interpretationsrisiko quantifizierbar ist. Dieser Indikator unterliegt weniger Schwankungen als Beispiele wie Flug- oder Autofahrten, die von einer Vielzahl von Faktoren abhängen.

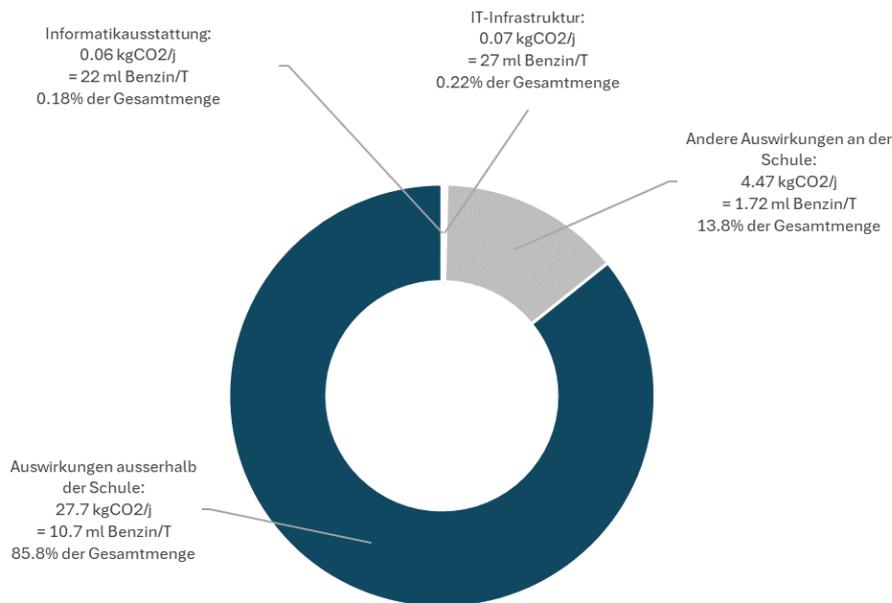


Abbildung1 Anteil der CO<sub>2</sub> äq Auswirkungen eines Schülers/einer Schülerin (aktueller Informatikpark)

## 4. ÜBERNAHME DES INFORMATIKPARKS DER OBLIGATORISCHEN SCHULEN DURCH DEN KANTON (DAOS)

Das Projekt zur geplanten Übernahme des Informatikparks der obligatorischen Schulen durch den Kanton (DAOS) sieht vor, dass der Kanton die Verwaltung der Informatikausstattung der Schülerinnen und Schüler, der Lehrpersonen und des kantonalen Verwaltungspersonals übernimmt. Die IT-Infrastruktur bleibt in der Zuständigkeit der Gemeinden und wird nur geringfügig ausgebaut.

### 4.1. Daten

Das Projekt DAOS sieht Mindestausstattungsstandards hinsichtlich der Geräteausstattung vor.

Tabelle3: Ausstattungsstandards pro Schulstufe, die derzeit im Projekt zur Übernahme der Informatikausstattung durch den Kanton vorgesehen sind

Schulstufe	Kantonale Ausstattungsstandards
1H–2H	-
3H–4H	4 pro Klasse
5H–6H	1 für 3 Schüler/innen
7H–8H	1 für 2 Schüler/innen
9H–11H	1 pro Schüler/in

Im Projekt ist ausserdem vorgesehen, das kantonale Personal (Lehrpersonen und Verwaltungspersonal) mit einem Laptop pro Person auszustatten.

Bezogen auf die Bestände (Anzahl der Schülerinnen und Schüler und des kantonalen Personals) soll der Ziel-Informatikpark aus rund 7900 Tablets und 16 800 Laptops bestehen.

## 4.2. Ergebnisse

Die Auswirkungen der Ausstattung auf die Emissionen werden anhand der oben erläuterten Annahmen zur Anzahl der IT-Geräte berechnet.

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung zeigen, dass die künftigen Auswirkungen der kantonalen Informatikausstattung im Durchschnitt 0,089 kgCO<sub>2</sub> äq pro Schüler/in und Tag betragen werden.

Die relativen Auswirkungen der Herstellung hängen von der durchschnittlichen Lebensdauer, die zwischen der Primarschule und der Orientierungsschule unterschiedlich ist, und von der durchschnittlichen Nutzungsdauer pro Tag ab. Hier wird davon ausgegangen, dass die Nutzungsdauer des aktuellen Bestands gleichbleibt, um einen Vergleich zu erleichtern, auch wenn das Ziel darin besteht, die Nutzung der Geräte zu verlängern, um die Umweltauswirkungen zu verringern.

Der grösste Teil dieser Auswirkungen entsteht bei der Herstellung der Geräte. Sie macht zwischen 70 und 90% der Gesamtauswirkungen von persönlichen Geräten aus. Der Energieverbrauch liegt im Durchschnitt zwischen 10 und 20% für persönliche Geräte und zwischen 20 und 50% für Projektionsgeräte.

Insgesamt, multipliziert mit der Anzahl der Schultage (185) und der Gesamtzahl der Schülerinnen und Schüler (41 130), belaufen sich die künftigen Emissionen der kantonalen Informatikausstattung auf 673 tCO<sub>2</sub> pro Jahr.

## 4.3. Vergleichsfaktoren

Die geplanten 673 tCO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr der kantonalen Informatikausstattung entsprechen den Emissionen von 57 Personen in der Schweiz, gegenüber 36 Personen mit dem aktuellen Informatikpark (428 tCO<sub>2</sub> äq/Jahr). Die jährlichen Emissionen werden 57% höher ausfallen als mit dem derzeitigen Informatikpark.

Der Informatikpark würde von derzeit 6300 Tablets und 10 900 Computern auf einen Zielbestand von 7900 Tablets (+1600) und 16 800 Computern (+5900) steigen. Der Unterschied in der Wirkung ist direkt proportional zu dieser quantitativen Zunahme.

Diese Emissionen können auch mit den Emissionen des Informatikparks der Kantonsverwaltung (10 700 Personen) verglichen werden, die auf 965 tCO<sub>2</sub> äq pro Jahr veranschlagt wurden. Es sei darauf hingewiesen, dass der Umfang bei vielen Parametern unterschiedlich ist, sei es bezogen auf den Umfang oder die Nutzung (beispielsweise verwendet die Kantonsverwaltung vermehrt zusätzliche persönliche Bildschirme) oder bei der Methode (nur neue Geräte, die im Laufe des Jahres gekauft wurden, wurden gezählt und die Daten extrapoliert).

Der Anteil der Informatikausstattung macht derzeit durchschnittlich 2% der Gesamtemissionen eines Schultages einer Schülerin oder eines Schülers aus, verglichen mit 1,3% für den aktuellen Informatikpark.

Abbildung 2 stellt die Emissionen der IT-Geräte der künftigen IT-Infrastruktur den Emissionen der IT-Infrastruktur, des restlichen typischen Schultages und des restlichen typischen Tages einer Person in der Schweiz gegenüber. Verglichen mit den Emissionen eines durchschnittlichen Tages einer Person in der Schweiz machen die Emissionen der Geräte 0,28% aus.

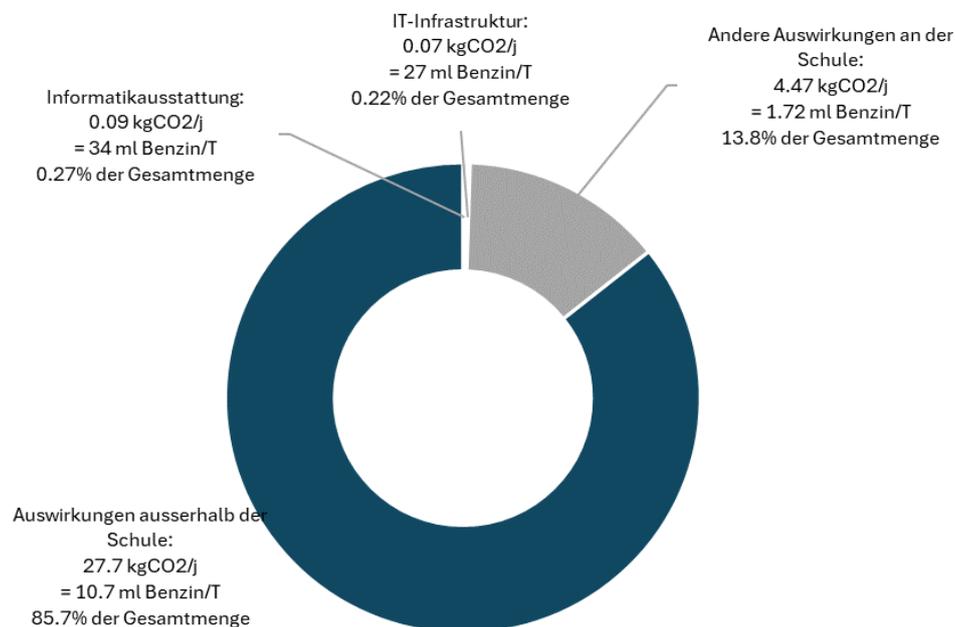


Abbildung2: Anteil der CO<sub>2</sub> äq Auswirkungen eines Schülers/einer Schülerin (Ziel-Informatikpark)

## 5. ANMERKUNGEN UND REDUKTIONSMÖGLICHKEITEN

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass die Emissionen aus Online-Diensten und Netzwerkverkehr nicht in die Studie einbezogen wurden. Dies liegt daran, dass es sehr schwierig ist, diese Emissionen abzuschätzen und darüber hinaus auch einzuordnen. Bei Online-Diensten kann zwischen kostenpflichtigen und kostenlosen Diensten unterschieden werden. Der Microsoft-Dienst «M365», der unter anderem E-Mail und grundlegende Büroarbeiten beinhaltet, würde laut einer nicht überprüfaren Studie von Microsoft etwa 0,02 kgCO<sub>2</sub> äq pro Schultag betragen, was einer Erhöhung der durchschnittlichen Auswirkungen der IT um etwa 10% entspräche, wenn er einbezogen würde. Bei kostenlosen Diensten sind ihre Auswirkungen von ihren Anbietern und/oder Sponsoren (insbesondere Werbetreibenden) zu tragen. Die Auswirkungen des Netzwerks könnten in der gleichen Grössenordnung liegen, d. h. etwa 0,02 kg CO<sub>2</sub> äq pro Schultag. Die Zuordnung der Auswirkungen von Netzinfrastrukturen ist für die Wissenschaft nach wie vor eine offene Frage.

Generell scheint es jedoch sehr unwahrscheinlich, dass der Einbezug dieser Faktoren die Schlussfolgerungen dieser Studie umkehren würde. Folgt man den pessimistischsten wissenschaftlichen Annahmen, die besagen, dass 2/3 der Emissionen durch die Cloud und Netzwerke «versteckt» werden, würde der Anteil der IT am Schulbetrieb (derzeitiger Bestand) von 3% (0,130 kgCO<sub>2</sub> äq bezogen auf 4,34 kgCO<sub>2</sub> äq pro Schüler/in und Schultag) auf 9% (0,39 kgCO<sub>2</sub> äq bezogen auf 4,6 kgCO<sub>2</sub> äq pro Schüler/in und Schultag) steigen. Bezogen auf den Durchschnittstag eine Person in der Schweiz würde die schulische IT im schlimmsten Fall von 0,4% auf 1,2% steigen.

Die Berechnung der Emissionen des Ziel-Informatikparks im Rahmen des Projekts DAOS basiert auf den aktuellen Schülerbeständen der obligatorische Schule. Da die Bevölkerung des Kantons Freiburg stetig wächst, geht man davon aus, dass die Schülerzahlen steigen werden, wobei bis 2030 rund 150 Klassen eröffnet werden sollen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss wird proportional zum Anstieg der Schülerbestände zunehmen.

### ***Reduktionsmöglichkeiten***

Die Auswirkungen der IT könnten um etwa 20 bis 30% verringert werden, wenn Prozesse eingeführt würden, die eine lange Lebensdauer der Geräte begünstigen. Die Daten zeigen nämlich, dass der grösste Teil der Auswirkungen auf die Herstellung der Geräte zurückzuführen ist und dass sich diese Auswirkungen deutlich verringern lassen, wenn sie über einen längeren Zeitraum amortisiert werden. Die Argumentation gilt auch in finanzieller Hinsicht. Wenn die Lebensdauer aller Geräte auf 8 Jahre verlängert wird, könnten die Emissionen deutlich reduziert werden: 0,069 kgCO<sub>2äq</sub>/Tag/Schüler/in anstelle der geschätzten 0,089 kgCO<sub>2äq</sub>/Tag/Schüler/in für den angestrebten Informatikpark.

Der Energieverbrauch lässt sich durch sachgerechte Nutzung und Verfahren senken, um längere Standby-Zeiten zu vermeiden.

Mit dem Bezug von Ökostrom aus erneuerbaren Quellen können die Auswirkungen des Energieverbrauchs im Vergleich zum durchschnittlichen Strommix in der Schweiz um den Faktor 10 reduziert werden. Der Kauf von erneuerbarem Strom liegt in der Zuständigkeit der Gemeinden.

TV-Flachbildschirme haben einen Emissionsfaktor, der dreimal so hoch ist wie der von Beamern. TV-Flachbildschirme sind für etwa ein Viertel der Emissionen der IT-Infrastruktur verantwortlich (0,018 kgCO<sub>2äq</sub>/Tag/Schüler/in). Dennoch gibt es deutlich weniger von ihnen als Beamer und Dokumentenkameras (ca. 750 gegenüber 1700 bzw. 2200). Bildschirme verursachen sowohl bei der Herstellung als auch beim Verbrauch ziemlich hohe Emissionen. Dies gilt für Fernseher, aber auch für die in Laptops eingebauten Bildschirme. Die Emissionen sollten daher durch die Bevorzugung kleinerer Bildschirme (13–14 Zoll für Laptops) und die Umstellung auf Projektionssysteme vom Typ Beamer begrenzt werden.

### ***Mögliche Auswirkungen***

Insgesamt könnte die Übernahme des Informatikparks durch den Kanton positive Effekte haben, die in den hier dargestellten Berechnungen nicht berücksichtigt sind. Erstens sollte eine Vereinheitlichung und allgemeine Einführung von Geräten und Software dazu beitragen, «Do-it-yourself-Installationen» zu begrenzen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Vermeidung von redundanter Ausstattung, sowohl im privaten als auch im schulischen Bereich. Fragen der Sicherheit und der ordnungsgemässen Nutzung der Geräte müssen berücksichtigt werden, aber die zur Verfügung gestellten Geräte können potenziell davon abhalten, dass Schülerinnen und Schüler ähnliche Geräte privat kaufen. Eine 1:1-Ausstattung in den Orientierungsschulen würde möglicherweise die privaten Anschaffungen reduzieren, was indirekt die Auswirkungen des Informatikparks des Kantons verringern würde.

Im Rahmen dieses Projekts wurde von der HTA-FR ein Rechner für die Arbeitsgruppe Gesundheit und Nachhaltigkeit entwickelt, die im Rahmen des Projekts DAOS gebildet wurde. Dieser Rechner ermöglicht es, verschiedene Varianten des Kaufs, der Erneuerung oder der Lebensdauer von Produkten zu testen, und könnte später bei der Verwaltung des Informatikparks von Schulen als Entscheidungshilfe dienen.

## **6. SCHLUSSFOLGERUNGEN**

---

Mit der Übernahme und Optimierung der Geräte durch den Kanton steigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Geräte. Die Emissionen würden von 0,057 kgCO<sub>2</sub> pro Tag und Schüler/in auf 0,089 kgCO<sub>2</sub> pro Tag und Schüler/in steigen. Dieser Anstieg um 57% ist hauptsächlich auf eine höhere Anzahl von Ausstattungsgegenständen an den Orientierungsschulen zurückzuführen. Bezogen auf die gesamten Emissionen, die durch die Informatikausstattung und die IT-Infrastruktur in Schulen verursacht werden, entspricht dieser Anstieg etwa 23%.

Das Optimierungspotenzial durch diese Übernahme liegt insbesondere in der Verlängerung der Lebensdauer der Geräte. Eine Verlängerung der Lebensdauer aller Geräte auf 8 Jahre würde die Emissionen der Geräte um etwa

20% senken. In diesem Fall würde der Anstieg der Emissionen bei der Übernahme der Ausstattung nur noch 21% betragen.

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss der IT-Ausstattung bleibt gering, wenn man sie mit den geschätzten CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Schultages vergleicht, bei dem die Raumheizung, der Transport, die Mahlzeiten oder auch die Betreuung berücksichtigt werden. Nach der Übernahme durch den Kanton macht die Informatikausstattung 2% der Emissionen eines Schultages aus, heute sind es 1,3%.