

# FARS - BenutzerInnenhandbuch Fußabdrucksrechner für Schulen

TU Graz, Institut für Prozess- und Partikeltechnik

[www.fussabdrucksrechner.at/schulen](http://www.fussabdrucksrechner.at/schulen)



PÄDAGOGISCHE  
HOCHSCHULE TIROL





## Impressum:

### Herausgeber:

Bundesministerium für Bildung und Frauen, Ref. I/6c Umweltbildung  
1014 Wien, Minoritenplatz 5

### Autoren:

Mag. Michael Eder; Institut für Prozess- und Partikeltechnik, TU Graz, 8010 Graz  
Dr. Hans Schuster, 5400 Hallein

### Redaktion:

Mag. Angela Kohl, e-Lisa academy, 1010 Wien

### Layout:

Reiterer-Grafik, 1170 Wien

### Druck:

Eigenvervielfältigung  
Neuaufgabe: November 2014



## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Der ökologische Fußabdruck und seine Berechnung nach der SPI®-Methode	4
3. Fußabdrucksrechner für Schulen	6
4. Bedienungsanleitung und fachlicher Hintergrund	7
4.1. Startseite und allgemeine Informationen	7
4.2. Elektrische Energie	8
4.3. Heizung	13
4.4. Wasser	14
4.5. Abfall	14
4.6. Nahrung	15
4.7. Mobilität	15
4.8. Beschaffung	21
4.9. Ergebnis und Handlungsmöglichkeiten	21
5. Kontakt	22



# 1. Einleitung

Dieses BenutzerInnenhandbuch soll Ihnen einen kurzen Einblick in das Thema des **Ökologischen Fußabdruckes** und eine Übersicht über den Inhalt des **Fußabdruckrechners** geben. Die **Bedienungsanleitung** unterstützt Sie direkt beim Ausfüllen des Rechners, indem sie Zusatz- und Hintergrundinformationen zu einzelnen Bereichen gibt. Am Ende dieses Handbuchs finden Sie unsere Kontaktdaten. Bei Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

Hinweis:

Dieser Rechner wurde unter österreichischen Rahmenbedingungen entwickelt und wird für die ENSI-Länder und die aktiven Kooperationspartner zur Verfügung gestellt. Die Auswahlmöglichkeiten und die Maßeinheiten spiegeln diesen Umstand wider. Sollte Sie also nicht genau die Auswahlmöglichkeit vorfinden, die Sie brauchen, wählen Sie eine ähnliche aus. Zögern Sie auch nicht Abschätzungen zu machen. Das Ergebnis soll die Größenordnung des ökologischen Fußabdrucks (nach dem Sustainable Process Index) darstellen und Ihnen die Bereiche aufzeigen, wo Sie großes Verbesserungspotential haben.

## 2. Der ökologische Fußabdruck und seine Berechnung nach der Sustainable Process Index (SPI®) – Methode

### **Nachhaltige Entwicklung: Der Hintergrund zum Ökologischen Fußabdruck**

Nachhaltige Entwicklung hat zum Ziel, die natürlichen Ressourcen nur so weit zu nutzen, dass den nachfolgenden Generationen dieselbe Lebensgrundlage zur Verfügung steht wie wir sie heute haben. Das ist nur dann möglich, wenn nicht mehr Ressourcen verbraucht werden als nachkommen und wenn Boden, Luft und Wasser nicht stärker mit Schadstoffen belastet werden als wieder abgebaut werden können.

### **Der ökologische Fußabdruck**

Auf der Suche nach einer Aussage über nachhaltiges Handeln, das man auch mit Zahlen belegen kann, haben Wissenschaftler das Konzept des Ökologischen Fußabdrucks entwickelt.

Der ökologische Fußabdruck ist ein Maß dafür, wie stark wir mit unserem menschlichen Handeln die Natur verändern und belasten. Je mehr Rohstoffe wir verbrauchen und je mehr Schadstoffe wir produzieren, desto größer ist unser ökologischer Fußabdruck und desto weniger nachhaltig leben wir.

Nachhaltigkeit ist nur auf Basis erneuerbarer Ressourcen möglich. Alle erneuerbaren Ressourcen hängen von der Sonneneinstrahlung als natürliche „Einkommensquelle“ ab. Für die Umwandlung von Sonneneinstrahlung in Produkte und Dienstleistungen ist immer eine bestimmte Fläche notwendig. Da die Erdoberfläche aber begrenzt ist, ist folglich auch der mögliche Flächenverbrauch limitiert. Aus diesem Grund ist „Fläche“ die Berechnungseinheit für den Ökologischen Fußabdruck.



## Die Berechnung

Es gibt verschiedene Arten von ökologischen Fußabdrücken, die das menschliche Verhalten in unterschiedlichem Ausmaß berücksichtigen. Eine Berechnungsart stellt der so genannte Sustainable Process Index (SPI®) dar. Bei dieser Methode werden **alle Stoff- und Energieflüsse**, die für ein Produkt oder eine Dienstleistung notwendig sind, **in Flächen umgerechnet**. Das betrifft im Normalfall **sowohl die Herstellung als auch den Gebrauch eines Produktes** und beinhaltet auch die entstandenen Emissionen. Die Umrechnung dieser Stoff- und Energieflüsse geschieht nach zwei Prinzipien:

1. *Menschliche Materialflüsse* dürfen **globale Stoffkreisläufe** nicht verändern.

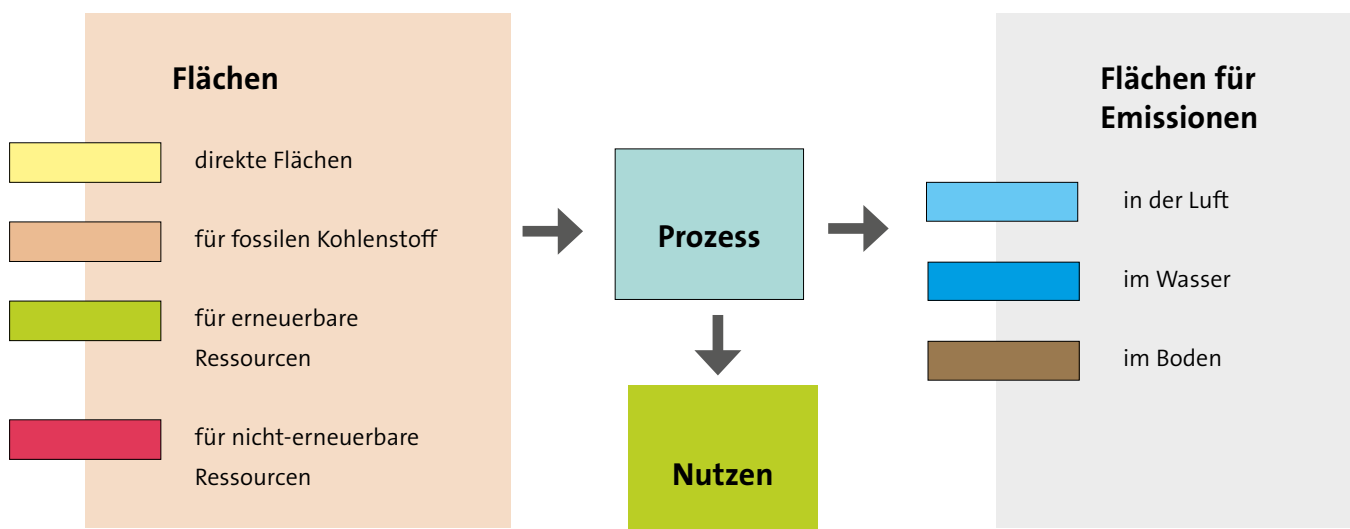
Dieses Prinzip bezieht sich in erster Linie auf den Kohlenstoffkreislauf und bedeutet, dass nicht mehr fossiler Kohlenstoff (aus Kohle, Erdöl, Erdgas, ...) in Umlauf gebracht werden darf, als die Meere wieder aufnehmen und sedimentieren können. Wenn wir mehr in Umlauf bringen (was wir bei weitem tun), wird eine größere Fläche benötigt.

2. *Menschliche Materialflüsse* dürfen die Qualität der **lokalen Umwelt** nicht verändern.

Das bedeutet, dass Schadstoffeinträge in den Boden, in die Luft und ins Wasser die Aufnahmefähigkeit der lokalen Umwelt nicht überschreiten dürfen. Wenn wir trotzdem mehr einbringen, brauchen wir wiederum eine größere Fläche, um die natürliche Aufnahmefähigkeit nicht zu überschreiten.

Die **Gesamtfläche des Fußabdrucks** setzt sich aus folgenden Teilflächen zusammen:

- direkter Flächenverbrauch für Infrastruktur
- Flächenverbrauch für nicht erneuerbare Ressourcen
- Flächenverbrauch für erneuerbare Ressourcen
- Flächenverbrauch für die Aufnahme von fossilem Kohlenstoff (C)
- Flächenverbrauch für die Aufnahme von Emissionen im Wasser
- Flächenverbrauch für die Aufnahme von Emissionen im Boden
- Flächenverbrauch für die Aufnahme von Emissionen in der Luft



**Je größer der ökologische Fußabdruck, desto schlechter für die Umwelt!**



## 3. Fußabdrucksrechner für Schulen

Der Fußabdrucksrechner für Schulen ist ein Werkzeug, um **Schulen in ihrer Gesamtheit ökologisch zu bewerten**. Dazu werden die Bereiche *Elektrische Energie, Thermische Energie, Wasser, Abfall, Nahrung, Mobilität und Beschaffung* beleuchtet.

### Ökologische Bewertung

Die Bewertung geschieht nach der oben beschriebenen Methode des Sustainable Process Index (SPI®). Die Verantwortlichen der Schule, aber auch LehrerInnen und SchülerInnen können auf diese Art feststellen, wie sich der Schulbetrieb auf die Umwelt auswirkt, welche Bereiche am stärksten ins Gewicht fallen und wo demnach Veränderungen am wirksamsten sind. Das Ziel des Rechners ist also **Bewusstsein zu schaffen** und **konkrete Zahlen** bereit zu stellen, die die positiven Effekte von umweltfreundlichen Veränderungen unmittelbar belegen. Diese Veränderungen können auch nur testweise eingegeben werden, um zu sehen, wie sich was auf den Fußabdruck auswirken würde.

### Kurz- und Langversion

Um dem Ziel der Benutzerfreundlichkeit und der Genauigkeit der Ergebnisse gleichermaßen gerecht zu werden, gibt es für die Bereiche **Energie, Wasser und Mobilität** eine Kurz- und eine Langversion. Speziell letztere bietet die Möglichkeit, den Rechner im Unterricht einzusetzen, da die umfassende Erhebung auf SchülerInnengruppen aufgeteilt werden kann.



## 4. Bedienungsanleitung und fachlicher Hintergrund

### 4.1. Startseite, Einleitung und Allgemeine Informationen

Auf der Startseite befinden sich die zusätzlichen Unterlagen zum Rechner und Links zu den beteiligten Organisationen. Die Druckversion des Rechners und jene der Excel-Mappen für die Mobilitätsenerhebung sind zur einfacheren Datenerhebung gedacht. Die kindergerechte Powerpoint Präsentation über den Ökologischen Fußabdruck ist mit Kommentaren versehen, die das Dargestellte auf den einzelnen Folien verdeutlichen sollen.

Die **Einleitung** beschreibt kurz die Handhabung des Rechners. Am Ende der Seite wählt man entweder

- a)  wenn die Werte das erste Mal eingegeben werden oder
- b)  wenn man bereits gespeicherte Daten bearbeiten möchte.

Zu a)  :

Mit diesem Button gelangt man zur nächsten Seite, den **Allgemeinen Informationen**. Am Beginn wird die Schulkennzahl abgefragt, die später benötigt wird, wenn eingegebene Daten wieder geladen werden sollen. Weiteres werden allgemeine Daten wie beispielsweise die Anzahl der SchülerInnen und LehrerInnen, Gesamtgeschoßfläche, Baujahr oder die Anzahl der Tage mit Schulbetrieb pro Kalenderjahr erhoben.

Falls sich Ihre Schule in einem **Schulzentrum** befindet oder Ihr Schulgebäude zusätzlich genutzt wird, schätzen Sie bitte den **Anteil** Ihrer Schule bei den einzelnen Abfragen entweder nach der **Nutzungsdauer** oder nach der **Geschoßfläche** ab. Für Schulen mit einer hohen Fluktuation an Schülern und Schülerinnen (z. B. Berufsschulen) gibt es gesonderte Hinweise.

Die rot umrahmten Eingabefelder sind Pflichtfelder. Erst wenn diese ausgefüllt sind, kann zur nächsten Seite weitergeklickt werden. Bitte geben Sie die Zahlen ohne jegliche Leerzeichen oder Trennpunkte ein. Die restlichen Felder können, müssen aber nicht ausgefüllt werden.

Schulen mit einem regelmäßigen SchülerInnenwechsel (wie z.B. Berufsschulen), geben hier die Anzahl der SchülerInnen ein, die zu einem durchschnittlichen Zeitpunkt an der Schule sind.

Die Nutzfläche betrifft alle Räume in allen Stockwerken, die benutzt werden. Hier ist nicht die Grundfläche der Schule gemeint.

Auf allen Seiten, wo Eingaben gemacht werden, kann man die bisherigen Daten

. Beim ersten Speichern muss ein Passwort und das Jahr, auf das sich die Daten beziehen, angegeben werden.

Wenn Sie gespeicherte Daten bearbeiten und wieder  klicken, dann haben Sie die Möglichkeit, den vorhandenen Datensatz mit den neuen Eingaben zu „überspeichern“ oder diesen als neuen Datensatz mit einer neuen Jahreszahl anzulegen. So können Sie die Entwicklung der Schule über die Jahre dokumentieren.



Zu b)  :

Hier geben Sie die Schulkenzahl und das Passwort ein, welches Sie beim ersten Speichern gewählt haben. Danach wählen Sie das Jahr aus, das Sie bearbeiten bzw. ergänzen möchten.

Mit den Schaltflächen  und  werden die Eingaben – egal ob zwischengespeichert oder nicht – von Seite zu Seite mitgenommen. (Wenn Sie die „Vor“ und „Zurück“-Schaltflächen Ihres Browsers verwenden, werden nur gespeicherte Daten angezeigt.)



## 4.2. Elektrische Energie

Wie auf der Seite beschrieben, kann man zwischen dem a) Durchschnitts-Strommix und b) dem Mix des eigenen Stromanbieters wählen.

Zu a) Durchschnitts-Strommix:

Hintergrund zur Berechnung:

Strom wird aus erneuerbaren, fossilen und nuklearen Quellen erzeugt. Die Anteile dieser Komponenten sind von Land zu Land und von Stromanbieter zu Stromanbieter sehr unterschiedlich. Daher können auch die Fußabdrücke der Strommixe stark variieren.

Zu b) Eigener Mix:

Wenn Sie diesen Teil der Bewertung sehr genau machen wollen, klicken Sie auf „Eigener Mix“. Für Österreich finden Sie die prozentuelle Zusammensetzung Ihres Anbieters in der Datei Übersicht\_Stromanbieter\_AUT.pdf, die auf der Website zum Download zur Verfügung steht.

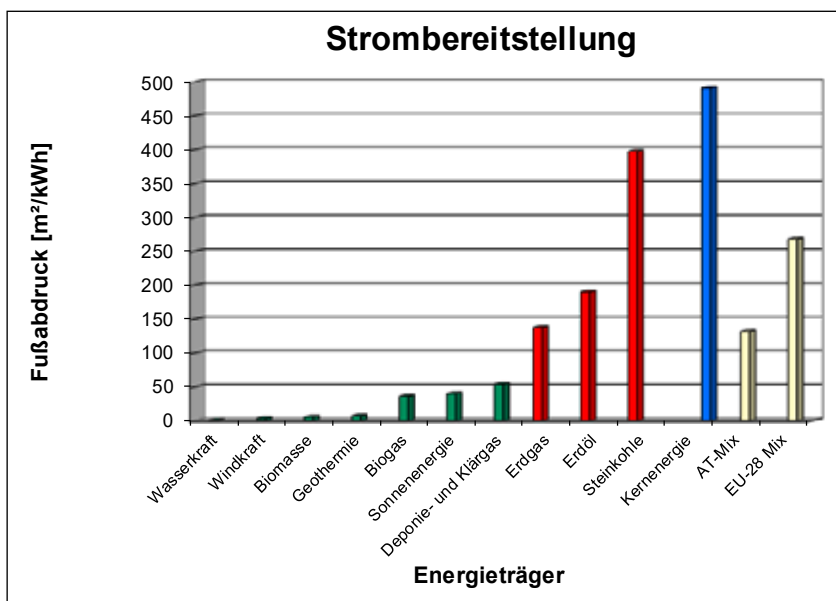
Hintergrund zur Berechnung:

Bei einem Stromanbieter, der hohe Anteile an erneuerbaren Energiequellen hat, verkleinert sich der Fußabdruck einer kWh entsprechend gegenüber dem österreichischen Durchschnitts-Strommix.

### **Folgendes Diagramm zeigt den Fußabdruck der verschiedenen Stromarten:**

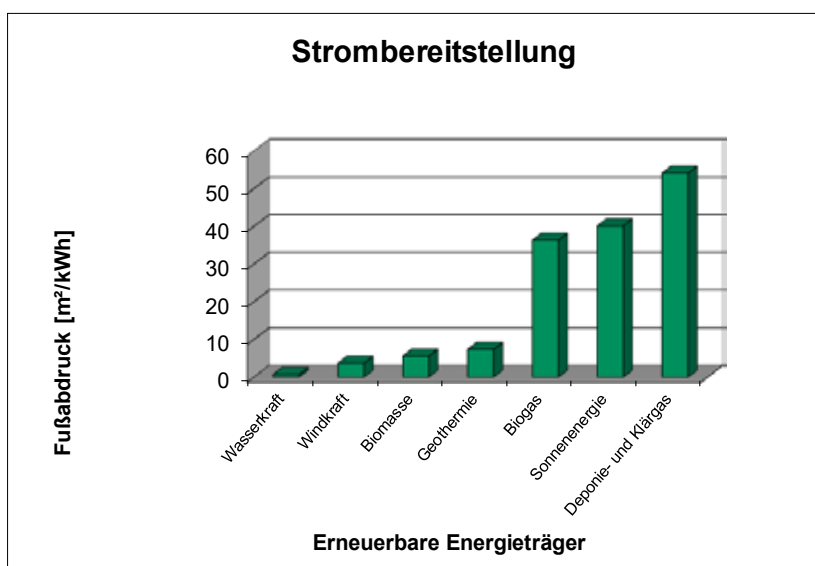
Die grünen Balken im Diagramm stellen erneuerbare Energieträger dar, die roten fossile. Der Strommix in Österreich ganz rechts bewegt sich im Bereich der fossilen Energiebereitstellung. Daraus lässt sich ablesen, dass noch ein großer Optimierungsbedarf vorhanden ist, um den Netzstrom „grüner“ zu machen. Im Detail sieht es folgendermaßen aus:





Energieträger	m²/kWh
Wasserkraft	0,7
Windkraft	3,7
Biomasse	5,6
Geothermie	7,4
Biogas	36,3
Sonnenenergie	40,1
Deponie- und Klärgas	54,2
Erdgas	137,7
Kohle	397,6
Erdöl	190,2
Kernenergie	491,3
AT-Mix	131,7
EU28-Mix	268,0

## Die erneuerbaren Energieträger



Die **Wasserkraft** erscheint als optimaler Fall, da keine Brennstoffe eingesetzt werden und somit im Betrieb keine Emissionen anfallen. Da die Laufzeit von Wasserkraftwerken sehr hoch ist, spielt auch der Materialeinsatz keine große Rolle bezogen auf eine kWh.

**Wichtig:** In der Fußabdrucksberechnung kann aber nicht berücksichtigt werden, dass es sich dabei um einen großen Eingriff in die Natur handelt sofern es den Lebensraum Fluss betrifft. Deshalb sollte auch mit Strom aus Wasserkraft – obwohl er einen kleinen Fußabdruck hat – sparsam umgegangen werden!

Gleich wie bei der Photovoltaikanlage entsteht der Fußabdruck bei der Produktion der eigentlichen Windkraftanlage. Nur hat die Windkraft im Gegensatz zur Photovoltaik einen geringeren Energieeinsatz in der Produktion und einen höheren Ertrag während der Lebensdauer.



Die Nutzung von **Biomasse** (Holz) macht ökologisch Sinn, da sie das bei der Verbrennung entstehende CO<sub>2</sub> vorher durch Photosynthese aufgenommen hat und somit bei der Verbrennung CO<sub>2</sub>-neutral ist. Einzig die Holzgewinnung und der Transport des Holzes verursachen Emissionen.

Strom aus **Geothermie** (Erdwärme) ist ökologisch gesehen ungefähr auf demselben Niveau wie Biomasse. Allerdings ist diese Form von Energie geographisch nicht überall optimal einsetzbar und erfordert kilometertiefe Bohrungen ins Erdreich, die entsprechend kostspielig sind. Deshalb wird die Geothermie zur Stromerzeugung nicht sehr häufig eingesetzt.

**Biogas** entsteht durch die Vergärung von Mist und Gülle. Der Energieertrag kann durch die Beimischung von anderen organischen Materialien verstärkt werden, wodurch landwirtschaftliche Reststoffe noch eine Weiterverwendung finden können.

Die **Photovoltaik** erzeugt während des Betriebs keine Emissionen, jedoch wird bei der Produktion der Anlage viel Energie benötigt, um die Zellen auf die geforderte Reinheit zu bringen. Der Fußabdruck entsteht also bei der Herstellung. Die Größe des Fußabdrucks pro Kilowattstunde kann sehr stark variieren, da diese von den Erträgen der Anlagen und der Lebensdauer abhängig ist. Diese sind wiederum von Wetterbedingungen und vom Standort abhängig. In der oben stehenden Grafik wurde ein Photovoltaik-Mix aus verschiedenen Photovoltaik-Anlagen verwendet.

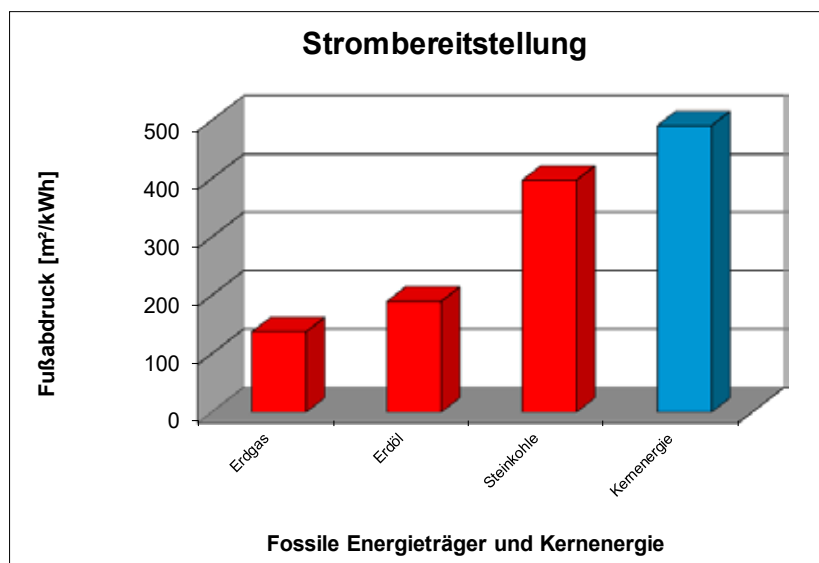
Den größten Fußabdruck der erneuerbaren Technologien weist Strom aus **Deponie- und Klärgas** (D&K) auf. Der Fußabdruck ist zwar immer noch kleiner als jener der besten fossilen Technologie, aber im Vergleich zu den anderen erneuerbaren Technologien sehr groß. Dies liegt hauptsächlich daran, dass zur Herstellung des D&K ebenfalls Strom eingesetzt werden muss (z.B.: Rührwerk, Pumpen usw.). Dieser benötigte Strom wird nicht von der Anlage direkt genommen, sondern aus dem Netz bezogen, da dies ökonomisch für den Betreiber günstiger kommt.

## Die fossilen Energieträger und die Kernenergie

Die **Kernenergie** hat den weitaus größten Fußabdruck. Die Gründe dafür liegen im Uranerz, das aufwändig abgebaut, zu den Kraftwerken transportiert und mit hohem Energieaufwand angereichert werden muss, um es für die Kernspaltung verwendbar zu machen, ebenso wie für die aufwendige Endlagerung. Zudem wird eine große Menge an Kühlwasser benötigt, was sich ungünstig auf den ökologischen Fußabdruck auswirkt. Zusätzlich erzeugt die radioaktive Strahlung einen hohen Umweltdruck.

**Erdgas** ist unter den fossilen Vertretern der beste Energieträger. Er besteht fast ausschließlich aus Methan (CH<sub>4</sub>), das bei der Verbrennung in CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O verwandelt wird. Im Gegensatz dazu fallen bei **Kohle** und **Erdöl** während der Verbrennung mehr Emissionen an, die die Umwelt belasten.

Der Fußabdruck für **sonstige fossile Energieträger** ist ein Durchschnittswert aus allen fossilen Energieträgern.



Im zweiten Teil der Elektrizitätsabfrage können Sie nochmals zwischen a) Kurzversion und b) Langversion wählen.

In der **a) Kurzversion** geben Sie einfach die Anzahl der Kilowattstunden ein, die die Schule im Jahr verbraucht.

Wenn sich mehrere Schulen in einem Gebäude befinden und es nur einen Stromzähler gibt, errechnen Sie den Anteil aufgrund Ihrer Nutzfläche im Verhältnis zur Gesamtnutzfläche oder benutzen Sie die Langversion, um dem Strombedarf grob zu erheben.

In der **b) Langversion** können Sie (gemeinsam mit den Schülern und Schülerinnen) die Leistung der einzelnen elektronischen Geräte erheben, die Nutzungsdauer für ein Gerät abschätzen und auswählen, ob das jeweilige Gerät auf Standby geschaltet wird.

Die Langversion dient mehr der Bewusstmachung, welche Geräte wie viel Strom verbrauchen und weniger der genauen Erfassung der verbrauchten Strommenge. Die Abschätzungen in der Langversion sind selbstverständlich ungenauer als der Stromzähler. Sie können diese Version aber auch dann verwenden, wenn Sie nicht auf den Stromzähler zurückgreifen können.

Sollte die Leistung eines Gerätes nicht ersichtlich sein, setzen Sie die links mit einem \* angegebene durchschnittliche Leistung des Gerätes ein oder werfen Sie einen Blick auf die Herstellerseite im Internet.

Wenn man den Jahresstromverbrauch aber kennt und der Wert, der über die Langversion errechnet wurde von dem Wert stark abweicht, kann entweder die Abschätzung der Nutzungsdauer der einzelnen Geräte korrigiert werden oder auf die Kurzversion gewechselt werden und die tatsächliche Anzahl der verbrauchten kWh eingegeben werden.

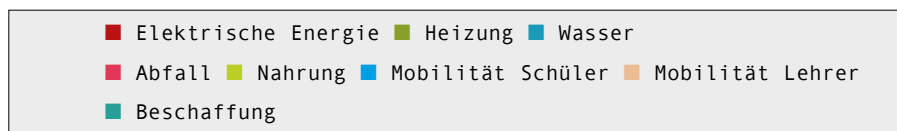


### Hintergrund zur Berechnung der Photovoltaikanlage:

Der Strom, den Sie mit Ihrer Photovoltaikanlage produzieren, wird Ihnen nach Ihrer vorangegangenen Stromauswahl gutgeschrieben. Wenn Sie also beispielsweise den Österreich-Strommix mit einem Fußabdruck von  $131,7 \text{ m}^2/\text{kWh}$  gewählt haben, werden Ihnen für jede kWh, die die Photovoltaikanlage produziert auch  $131,7 \text{ m}^2$  abgezogen.

### Der Fußabdruckbalken

Auf der folgenden Seite, auf der die Heizung abgefragt wird, taucht erstmals der Fußabdruckbalken auf.



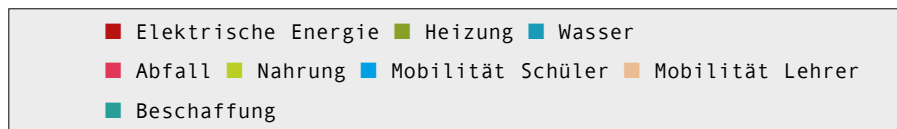
Durchschnittswert aller bisher gespeicherten Schulen pro Person



Wert unserer Schule pro Person



Der obere Balken zeigt den durchschnittlichen Fußabdruck (errechnet aus den bisher in der Datenbank gespeicherten Daten in Ihrem Land) für die einzelnen Bereiche pro Person (SchülerInnen, LehrerInnen und Personal). Der Balken darunter zeigt die Werte, die Sie für Ihre Schule eingegeben haben. Die Balken wachsen von Bereich zu Bereich mit.



Durchschnittswerte aller bisher gespeicherten Schulen pro Person



Werte unserer Schule pro Person



Damit können Sie vergleichen, wie Ihr Fußabdruck pro Person im Vergleich zu anderen Schulen liegt.

#### Achtung:

Dieser Vergleich ist selbstverständlich immer vor dem Hintergrund zu sehen, dass unterschiedliche Schulen unterschiedliche Voraussetzungen haben. Beispielsweise hat eine Schule am Land meist einen höheren Mobilitätsfußabdruck als eine Schule in der Stadt und ein älteres (schlechter gedämmtes Gebäude) einen höheren Heizungsfußabdruck als ein neueres.



## 4.3. Heizung

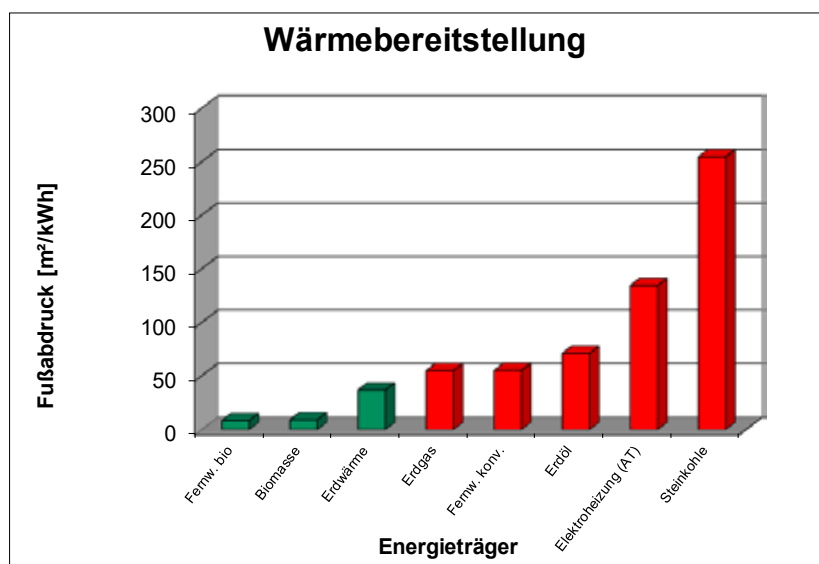
Auch bei der Heizung gibt es die Wahl zwischen a) einer Kurz- und b) einer Langversion.

Zu **a) Kurzversion**: Hier wird nur die Brennstoffmenge pro Jahr abgefragt.

Zu **b) Langversion**: Hier wird über die Eingabe der Daten der Gebäudehülle (Baumaterial, Isolierung, Verglasung) die Brennstoffmenge automatisch mit der Auswahl der Heizungsart berechnet.

Hintergrund zur Berechnung:

Ähnlich wie bei Strom gibt es auch bei der Heizung teils große Unterschiede im Fußabdruck zwischen den einzelnen Energieträgern. Fossile Energieträger haben einen deutlich größeren Fußabdruck als erneuerbare Energieträger.



Energieträger	m²/kWh
Fernwärme aus Biomasse	8,5
Biomasse	9,1
Erdwärme	36,8
Erdgas	55,0
Fernwärme konv.	55,2
Erdöl	71,1
Elektroheizung (AT)	134,4
Steinkohle	254,7
Elektroheizung	214,8

Der Fußabdruck für Steinkohle ist - aufgrund der hohen Emissionen - der größte unter den Energieträgern für Wärmebereitstellung.

Auch die Elektroheizung hat einen sehr großen Fußabdruck. Der Wirkungsgrad der Heizung ist mit ca. 98% zwar sehr hoch, jedoch erfordert die Erzeugung von Strom einen hohen Aufwand. Strom ist eine höherwertigere Energieform als Wärme und daher ist es wenig sinnvoll, diese mit großem Aufwand erzeugte Energie wieder in niederwertigere Wärme umzuwandeln.

Erdgas hat unter den fossilen Energieträgern den geringsten ökologischen Fußabdruck.

Am günstigsten stellt sich jedoch die Nutzung von Biomasse (Holz) dar.



#### 4.4. Wasser

Ähnlich wie bei der Heizung bietet die **a) Kurzversion** die Möglichkeit den Wasserverbrauch direkt einzugeben und die **b) Langversion** die Option, die Wassermengen über die Einrichtungen, die Wasser verbrauchen, zu ermitteln.

Auch hier soll die Langversion mehr der Bewusstmachung dienen, wo überall (Warm-) Wasser genutzt wird und weniger der genauen Erfassung der verbrauchten Wassermenge. Die Abschätzungen in der Langversion sind selbstverständlich ungenauer als der Wasserzähler.

Ist der tatsächliche Wasserverbrauch der Schule bekannt und weicht der Wert, der über die Langversion errechnet wurde, von diesem stark ab, gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder können die Abschätzungen der Nutzung korrigiert werden, oder es wird auf die Kurzversion gewechselt und die vom Wasserzähler abgelesene Wassermenge eingegeben.

Hintergrund zur Berechnung:

---

Der Fußabdruck für Wasser ist im Vergleich zu anderen Bereichen meist sehr klein, weil die Ver- und Entsorgung von Trinkwasser wenig Infrastruktur und Energie benötigt. Dennoch ist es nicht völlig gleichgültig, wie viel Wasser verbraucht wird. Das betrifft vor allem das Warmwasser, dessen Aufbereitung bereits im Bereich „Elektrizität“ oder im Bereich „Heizung“ enthalten ist. Um einen verantwortungsvollen Umgang mit Wasser sichtbar zu machen, gibt es hier einen zusätzlichen Balken.



#### 4.5. Abfall

Den Fußabdruck für den Abfall können Sie entweder über die Behältergrößen und deren Stückzahl oder über die Menge in Kilogramm ermitteln. Für die erste Variante sind die unterschiedlichen Fraktionen doppelt angeführt, um unterschiedliche Behältergrößen wählen zu können.

Wenn die Mülltonnen nicht zur Gänze gefüllt werden, können Sie für die Berechnung entweder die Zahl der Tonnen oder die Zahl der Entleerungen entsprechend reduzieren.

Hintergrund zur Berechnung:

---

Hier wird der Abtransport des Abfalls berechnet. D. h. je mehr Müll produziert wird, desto höher ist das Transportaufkommen und desto größer ist auch der ökologische Fußabdruck. Beim Restmüll wird auch die Deponierung berücksichtigt.

Auch hier gibt es wieder einen eigenen Balken, der die Veränderungen bei einem geringeren Abfallaufkommen deutlicher visualisiert, da auch hier der Anteil am Gesamtfußabdruck meist gering ist.



## 4.6. Nahrung

Bei der Nahrung gibt es die Möglichkeit, sich die Abfrage nach Bausteinart zusammen zu stellen – je nach Angebot der Schule. Dabei stehen „Schulmilchaktion“, „Buffet“, „Küchenverpflegung“ und „Catering“ zur Auswahl. Die Abfragen bieten die Möglichkeit, den Bio- und Nahversorgeranteil anzugeben.

Schulmilchaktion und Küchenverpflegung:  
Berufsschulen geben hier wiederum die durchschnittliche SchülerInnenanzahl pro Jahr an.

Hintergrund zur Berechnung:

Fleischgerichte haben einen größeren Fußabdruck als vegetarische Gerichte. Der Grund dafür ist, dass für die Viehzucht mehr Energie erforderlich ist als für Gemüse und Getreide.

Bioprodukte weisen einen geringeren Abdruck auf als konventionell hergestellte Produkte. Dies liegt unter anderem am hohen Dünge- und Chemikalienverbrauch in der konventionellen Landwirtschaft. Bei der biologischen Pflanzenproduktion werden andere Dünge- und Pflanzenschutzmittel verwendet, die einen weit kleineren Fußabdruck haben. Dies wirkt sich im Gegenzug auch wieder auf die Fleischproduktion aus. Wenn das Futtermittel bereits einen kleineren Fußabdruck hat, hat auch das Fleisch selbst in weiterer Folge einen geringeren Abdruck auf die Umwelt.

Ein höherer Anteil an Produkten von Nahversorgern verkleinert den Fußabdruck der Nahrung noch mehr. Bei Nahversorgerprodukten wird ein weit geringerer Transportweg angenommen als bei „handelsüblichen“ Produkten.

Buffet / Küchenverpflegung:  
Sollten Produkte in der Auswahlliste nicht exakt mit Ihren Produkten übereinstimmen, wählen Sie bitte die Ähnlichsten aus!

Wie bei den beiden vorangegangenen Bereichen gibt es auch hier einen gesonderten Balken, der Veränderungen besser veranschaulicht.



## 4.7. Mobilität

Bei der Mobilitätseingabe können Sie wieder a) die Kurzversion oder b) die Langversion wählen. Für Berufsschulen empfiehlt es sich (aufgrund unterschiedlicher SchülerInnenzahlen während eines Schuljahres), hier die Kurzversion zu wählen und wiederum eine durchschnittliche jährliche SchülerInnenanzahl einzusetzen.

Zu **a) Kurzversion:**

Bei der Kurzversion gibt es die Teilbereiche der täglichen Mobilität der SchülerInnen und LehrerInnen und die Schulreisen.



### Tägliche Mobilität der SchülerInnen und LehrerInnen:

Zur einfacheren Abschätzung der durchschnittlichen prozentuellen Verteilung der benutzten Verkehrsmittel über das gesamte Schuljahr und des mittleren Einzugsbereiches können Sie die Excel-Mappe „Vorlage\_Mobilitaet\_Kurzversion.xls“ heranziehen.

Wählen Sie hierfür eine (wenn möglich repräsentative) Klasse Ihrer Schule aus und tragen Sie die täglich zurückgelegte Wegstrecke pro SchülerIn insgesamt (Spalte C) und die Aufteilung dieser Kilometeranzahl auf die einzelnen Verkehrsmittel ein (Spalten D–K).

In der letzten Zeile (türkis) erhalten Sie die durchschnittliche Wegstrecke pro SchülerIn (bzw. pro LehrerIn) sowie die prozentuelle Aufteilung auf die einzelnen Verkehrsmittel, die Sie wiederum in den Fußabdrucksrechner für Schulen einsetzen.

### Ein **Beispiel** zur Illustration:

Schüler 1 hat einen Schulweg von 20 km hin und retour und fährt, sofern es schön ist, mit dem Moped. Bei Schlechtwetter und im Winter benutzt Schüler 1 allerdings den Bus, wird aber hin und wieder auch mit dem Auto zur Schule gebracht.

Schülerin 2 wohnt nur 4 km von der Schule entfernt, hat also eine tägliche Wegstrecke von 8 km. Diese legt sie über das Jahr gesehen zur Hälfte mit der Straßenbahn und zur Hälfte mit dem Fahrrad zurück.

Schüler 3 benutzt praktisch immer den Schulbus für die gesamten 40 km, die er täglich zurückzulegen hat. Die kurze Strecke zum Schulbus geht er zu Fuß.

Die Eintragung in die weißen Zellen des Tabellenblattes und das Ergebnis in den türkisen Feldern würde dann folgendermaßen aussehen:

Personen	tägl. Wegstrecke								
	[km]	Auto [km]	Moped [km]	Motorrad [km]	Bus [km]	Bahn [km]	Straßen-/U-Bahn [km]	Fahrrad [km]	zu Fuß [km]
1	20	2	10	0	8	0	0	0	0
2	8	0	0	0	0	0	4	4	0
3	40	0	0	0	39	0	0	0	1
Mittlerer Einzugsbereich	22,7	0,7	3,3	0,0	15,7	0,0	1,3	1,3	0,3
Aufteilung auf die einzelnen Verkehrsmittel %	100,0	2,9	14,7	0,0	69,1	0,0	5,9	5,9	1,5

In den Fußabdrucksrechner wären dann folgende Werte einzusetzen:

<b>Auto</b>	<b>2,9</b>	<b>%</b>	<b>Moped</b>	<b>14,7</b>	<b>%</b>
<b>Motorrad</b>	<b>0,0</b>	<b>%</b>	<b>Bus</b>	<b>69,1</b>	<b>%</b>
<b>Bahn</b>	<b>0,0</b>	<b>%</b>	<b>Straßenbahn/U-Bahn</b>	<b>5,9</b>	<b>%</b>
<b>Fahrrad</b>	<b>5,9</b>	<b>%</b>	<b>zu Fuß</b>	<b>1,5</b>	<b>%</b>

**Mittlerer Einzugsbereich: 22,7 km/Tag**





Hinweis zu den Eingaben:

Wenn bei der „Aufteilung auf die einzelnen Verkehrsmittel“ im ersten Feld (Zelle C42) 100,0% stehen, dann wissen Sie, dass Ihnen bei der Kilometeraufteilung keine Fehler unterlaufen sind.

#### Schulreisen:

Für Schulreisen brauchen Sie eine einfache Vorberechnung, um die Eingabe in Personenkilometer (pkm) machen zu können. Hierfür steht Ihnen ebenfalls die bereits oben erwähnte Excel-Mappe „Vorlage\_Mobilitaet\_Kurzversion.xls“ zur Verfügung.

Unter „Personenkilometer“ versteht man die Anzahl der Kilometer, die eine Person mit einem bestimmten Verkehrsmittel zurücklegt. Diese errechnen Sie, indem Sie die zurückgelegte Wegstrecke mit der Anzahl der teilnehmenden Personen für jedes Verkehrsmittel multiplizieren und dann die Personenkilometer der einzelnen Verkehrsmittel addieren.

Folgendes **Beispiel** soll diese Vorberechnung erklären:

Eine Schulklasse in Linz mit 22 Schülern und Schülerinnen macht drei Schulreisen: Einen Schikurs in Salzburg (Entfernung hin und retour und Fahrten vor Ort: 500 km mit dem Bus), eine Reise nach Wien (Entfernung hin und retour: 400 km mit der Bahn; 20 km mit der U-Bahn vor Ort) und noch eine Fahrt nach Wels (Entfernung hin und retour und Fahrten vor Ort: 100 km).

Die Berechnung würde also folgendermaßen aussehen:

Klasse	Schulreise (Schikurs, Sprachwoche, Projektwoche, Exkursion...)	Verkehrsmittel (Bus, Bahn, Straßenbahn/U-Bahn oder Flugzeug)	Zurückgelegte km	Anzahl der teilnehmenden SchülerInnen	Personen-km (= zurückgelegte km * Anzahl der teilnehmenden SchülerInnen)
	Schikurs Salzburg	Bus	500	22	11000
	Wien	Bahn	380	22	8360
		U-Bahn	20	22	440
	Wels	Bus	100	22	2200

Auf der Homepage wären dann die Werte im türkisenen Feld, zusammengefasst nach Verkehrsmittel, einzutragen:

**Bus:** 13200 Personen-km/Jahr (11000 + 2200)

**Bahn:** 8360 Personen-km/Jahr

**U-Bahn:** 440 Personen-km/Jahr

Da die Kurzversion dafür gedacht ist, Daten relativ schnell eingeben zu können, ist auch der Anspruch auf Genauigkeit geringer als bei der Langversion. Schätzen Sie daher die Anzahl der zurückgelegten km sowie auch die Anzahl der teilnehmenden SchülerInnen nur grob ab. Weiters genügt es auch, wenn eine Schulklasse pro Schulstufe exemplarisch herangezogen und mit der Anzahl der Klassen in der Schulstufe hochrechnet wird.



### Zu b) Langversion:

Um die Mobilität im Detail abzufragen, stehen für das Sommersemester und das Wintersemester je eine Excel-Arbeitsmappe zur Verfügung. Der Grund dafür liegt darin, dass sich die Mobilität im Sommer und im Winter stark unterscheiden kann.

#### Achtung:

Bevor Sie die Dateien „Mobilitätserhebung\_WS.xls“ bzw. „Mobilitätserhebung\_SS.xls“ öffnen, stellen Sie bitte im Programm Microsoft Excel unter **Extras – Makro – Sicherheit** die Makrosicherheit auf **„Mittel“**. Speichern Sie die Datei auf Ihrer Festplatte. Wenn Sie dann die Datei öffnen, klicken Sie auf **„Makros aktivieren“**.

Die Excel-Arbeitsmappen bieten zwei Arten den Fußabdruck zu berechnen: Entweder mit Hilfe von **Beispielklassen** in den einzelnen Schulstufen (Variante 1) oder indem Sie die Mobilität **jeder Klasse einzeln erheben** (Variante 2).

**Variante 1:** Hier wählen Sie je eine **Beispielklasse** pro Schulstufe aus, mit der Sie die Mobilität erheben möchten. Dieser Fußabdruck wird auf die gesamte Schulstufe hochgerechnet. Für die außerordentliche Mobilität (Exkursionen, Sprachreisen, etc.) werden alle Klassen der jeweiligen Schulstufe herangezogen. Für die 1. Variante wird die Excel-Arbeitsmappe nur einmal verwendet.

**Variante 2:** Diese Variante ist die genaueste, aber auch die aufwendigste Art der Erhebung. Hier können Sie die Excel-Arbeitsmappe mehrfach verwenden. Bei „Anzahl der SchülerInnen“ und „Anzahl der SchülerInnen in der Beispielklasse“, tragen Sie die Anzahl der SchülerInnen der Klasse ein, die Sie erheben möchten und addieren die Ergebnisse aller Klassen. Die Mobilität der LehrerInnen addieren Sie dann einmal zum Gesamtergebnis der Schule.

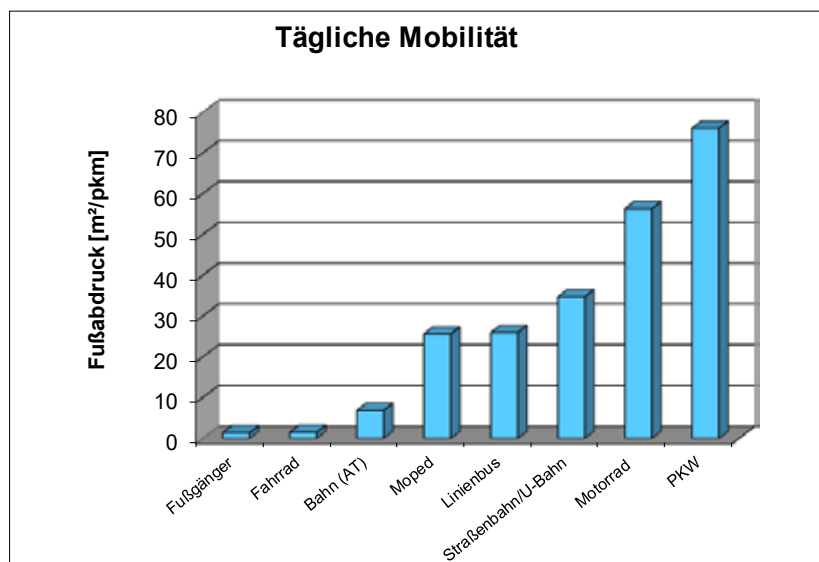
Die Anzahl der SchülerInnen und LehrerInnen auf den darauffolgenden Seiten wird durch die Angaben auf der ersten Seite definiert.

#### Achtung:

Um von einer Seite zur nächsten zu gelangen, verwenden Sie bitte immer die „Weiter“ bzw. „Zurück“-Schaltflächen, um die Berechnungen von einer Seite zur nächsten mitnehmen zu können. Die „Reset“-Schaltfläche löscht die Eingaben des Formulars.

Die Ergebnisse werden am Schluss aus allen Eingaben der einzelnen Seiten berechnet. Bitte übertragen Sie diese dann in den Fußabdrucksrechner.

Hintergrund zur Berechnung des Fußabdrucks für die tägliche Mobilität:



Verkehrsmittel	m <sup>2</sup> /pkm
Fußgänger	1,4
Fahrrad	1,5
Bahn (AT)	6,9
Moped	25,6
Linienbus	26,0
Straßenbahn/ U-Bahn	34,8
Motorrad	56,3
Auto	76,1

Das **Auto** hat den größten Fußabdruck in diesem Vergleich. Das liegt am Einsatz fossiler Energieträger und den dabei entstehenden Emissionen. Hinzu kommt, dass Autos im Durchschnitt eine geringe Personenauslastung haben. Dieser Fußabdruck bezieht sich auf Österreich, denn in Ländern mit einem höheren Anteil an benzinbetriebenen Autos vergrößert sich der Fußabdruck leicht.

Das **Motorrad** schneidet als Transportmittel auf den Personenkilometer (pkm) gesehen ähnlich schlecht ab. Die Gründe dafür liegen einerseits im hohen Treibstoffverbrauch und andererseits in der Tatsache, dass im Regelfall nur eine Person fährt.

Die **Straßenbahn (bzw. die U-Bahn)** verursacht durch den Betrieb mit Strom aus dem Österreich-Strommix einen relativ hohen Fußabdruck. Setzt ein lokaler Betreiber ausschließlich auf Ökostrom, sinkt dieser Wert erheblich. Dadurch, dass die Straßenbahn in der Stadt keine Schadstoffe freisetzt, ist sie aber aus gesundheitlicher Sicht wiederum zu bevorzugen. Diese Tatsache kann bei der Berechnung des Fußabdrucks aber nicht berücksichtigt werden.

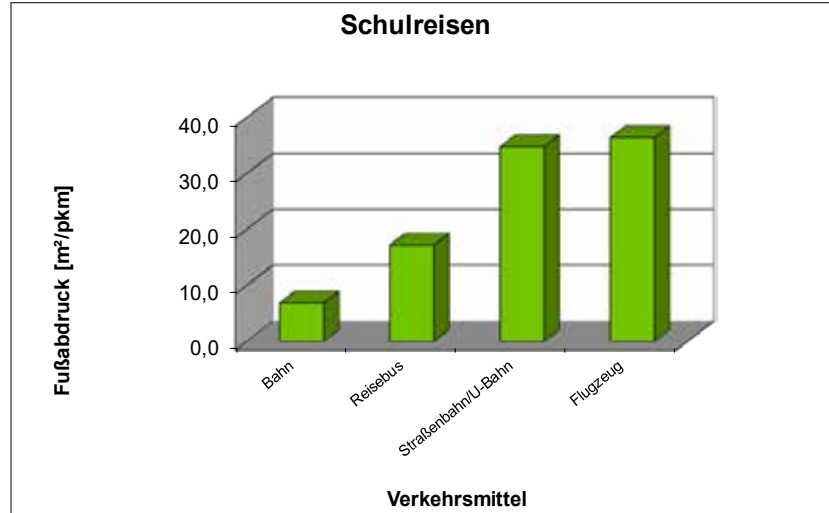
Die **Bahn** in Österreich wird ausschließlich mit Strom aus Wasserkraft betrieben. Deshalb ist ihr Fußabdruck sehr klein.

Als **Fahrradfahrer** und **Fußgänger** verursacht man naturgemäß nur einen sehr kleinen ökologischen Fußabdruck. Miteinbezogen werden hier das Fahrrad selbst und die Benützung der Straßeninfrastruktur.



### Hintergrund zur Berechnung des Fußabdrucks für Schulreisen:

Verkehrsmittel	m <sup>2</sup> /pkm
Bahn	6,9
Reisebus	17,2
Straßenbahn/U-Bahn	34,8
Flugzeug	36,4



Bei der **Bahn** wurde hier wiederum Österreich als Berechnungsbasis verwendet (siehe oben: „Tägliche Mobilität“). Da in anderen Ländern nicht nur Strom aus Wasserkraft, sondern auch aus Wärme- oder Kernkraftwerken zum Einsatz kommt, vergrößert sich in solchen Fällen der Fußabdruck wesentlich (nach dem EU-Strommix um rund das Achtfache).

Der Fußabdruck eines Personenkilometers des **Reisebusses** ist kleiner als der des Linienbusses. Der Grund dafür ist, dass Linienbusse öfter stehen bleiben und anfahren müssen und somit weniger effizient betrieben werden können.

Das **Flugzeug** liegt – was den Personenkilometer betrifft – besser im ökologischen Vergleich als man zuerst vermuten würde. Der Kerosineintrag und die Emissionen in die Luft wiegen zwar schwer, jedoch sind Flugzeuge im Schnitt gut ausgelastet. Durch den Wegfall der Straße bzw. Schiene verringert sich der Aufwand für Infrastruktur.

**Wichtig:** Nicht alle Effekte des Flugverkehrs können mit dem ökologischen Fußabdruck dargestellt werden. Dazu gehört beispielsweise die vermehrte Bildung der so genannten Cirrus-Wolken (Eiswolken in großer Höhe). Diese haben eine große Klimawirkung, weil sie die abgestrahlte Wärme von der Erde besonders stark zurückhalten. Weiters kommt es zu einer Anreicherung von Schadstoffen in hohen Luftschichten, die nicht mehr ausgewaschen werden, weil sie oberhalb der „Wetterschicht“ emittiert werden. Auch ist es wichtig, sich vor Augen zu halten, dass mit dem Flugzeug für gewöhnlich sehr große Distanzen zurückgelegt werden, die insgesamt wiederum einen sehr hohen Umweltstress erzeugen.



## 4.8. Beschaffung

Die Beschaffungsseite inkludiert allgemeine Beschaffungen wie Werkstoffe und Chemikalien für HTLs verschiedener Fachrichtungen. Wählen Sie die Zeiteinheit, für die Sie die Daten am einfachsten bekommen.



## 4.9. Ergebnis und Handlungsmöglichkeiten

Auf der letzten Seite finden Sie die Auswertungen Ihrer Eingaben. Inzwischen ist der Balken fertig gewachsen und zeigt, wo sie mit Ihrem Fußabdruck pro Person in den einzelnen Bereichen und insgesamt liegen.

Als nächstes sind die berechneten Fußabdrücke pro Person und der gesamten Schule in allen Teilbereichen in **Absolutzahlen** aufgelistet.

Das **erste Diagramm** veranschaulicht, in welchem **Ausmaß** jeder Bereich der Schule zum ökologischen Fußabdruck beiträgt. Es soll also nochmals zeigen, wo der „Einsparungsbedarf“ am größten ist.

Die Fußabdrücke für Wasser, Abfall und Nahrung sind meist sehr klein. Auch der Fußabdruck für den Bereich der Energie kann klein sein, wenn beispielsweise ein Stromanbieter eingesetzt wird, der Strom zu 100 % aus Wasserkraft produziert.

Das **zweite Diagramm** zeigt die **Art der Flächen**, die es braucht, um den gesamten Fußabdruck der Schule nachhaltig in die Umwelt einzubinden. Bei der Herstellung von Produkten werden – je nach Produkt – unterschiedliche Flächen gebraucht. Es handelt sich dabei um die direkte Fläche, die für die Produktion benötigt wird und die Fläche für erneuerbare und nicht erneuerbare Ressourcen. In weiterer Folge handelt es sich auch um die Meeresfläche, die gebraucht wird, um den Kohlenstoff langfristig wegzuschließen und um die Flächen, die die Schadstoffe in Boden, Luft und Wasser nachhaltig aufnehmen.

Das **Diagramm zur Küchenverpflegung** vergleicht den Fußabdruck der Nahrungsmittel pro SchülerIn mit dem durchschnittlichen österreichischen Nahrungsfußabdruck.

Das **letzte Diagramm** zeigt den **gesamten Fußabdruck der Schule** im Vergleich zu der Fläche, die allen Personen an der Schule (SchülerInnen, LehrerInnen und Personal) rein rechnerisch für alle Lebensbereiche zustehen würde (pro Person und Jahr in Österreich sind das 65.833 m<sup>2</sup>). Würden wir nur diese Fläche von 65.833 m<sup>2</sup> pro Person benötigen, würden wir nachhaltig leben.

Am Schluss gibt es eine Übersicht über **Handlungsmöglichkeiten**, die helfen sollen, den ökologischen Fußabdruck zu verkleinern. Sie beziehen sich auf die einzelnen Bereiche, die im Rechner abgefragt wurden und unterscheiden zwischen Möglichkeiten, die jede einzelne Person und die die Schulverwaltung bzw. die Schulleitung hat.

Zu guter Letzt haben Sie die Möglichkeit, Ihre Daten anonym für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung zu stellen oder nur für sich selbst zu speichern.



## 5. Kontakt

Für Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

Mag. Michael Eder  
TU Graz

[michael.eder@tugraz.at](mailto:michael.eder@tugraz.at)