



Ökologischer Fußabdruck für Strom und Wärme

(Resource ID: 112)

Prof. Michael Narodoslawsky

Michael Eder

michael.eder(at)tugraz.at

This teaching resource is allocated to following University:

TUG - Graz University of Technology

<http://www.sustainicum.at/de/modules/view/112.kologischer-Fuabdruck-fr-Strom-und-Wrme>



Einzelarbeit
Partnerarbeit
(2er-Teams)
Gruppenarbeit



unabhängig von
der Zahl der
Studierenden



Bis zu 3
Vorlesungseinheiten



Internet
Verbindung
erforderlich



English, German

Der hier vorgeschlagene web-basierte Rechner soll Lehrenden die Möglichkeit geben, im Rahmen ihrer Lehrveranstaltungen unkompliziert und auf einheitlicher methodischer Basis Vergleiche über unterschiedliche Bereitstellungswege für Strom und Wärme zu diskutieren. Durch den direkten Vergleich der aktuellen Energieversorgung mit möglichen Alternativen wird der große Handlungsspielraum in Richtung ökologischer Nachhaltigkeit schnell deutlich. Vergleichbar wird der ökologische Fußabdruck (berechnet mit der Sustainable Process Index – SPI®) und der CO₂-Ausstoß.

Die Idee des ökologischen Fußabdrucks ist - neben vielen anderen - *eine* Art der ökologischen Bewertung. Er ist ein Maß dafür, wie stark

menschliches Handeln die Natur verändert und belastet. Je mehr Rohstoffe verbraucht und je mehr Schadstoffe produziert werden, desto größer ist der ökologische Druck.

Ein Grundprinzip des ökologischen Fußabdruckes ist, das nachhaltige Entwicklung langfristig nur auf das natürliche Einkommen der Sonneneinstrahlung aufbaut. Sonnenenergie treibt alle natürlichen Stoffkreisläufe an, sie ist die Grundlage des Lebens und sie stellt alle erneuerbaren Ressourcen für nachhaltiges menschliches Wirtschaften zur Verfügung. Dieses natürliche, solare Einkommen nimmt unser Planet über seine Oberfläche ein, alle natürlichen und auch menschlichen Prozesse konkurrieren in einer nachhaltigen Gesellschaft daher um diese „Ur-Ressource“ Fläche (und damit um das natürliche solare Einkommen. Daher ist „Fläche“ die Berechnungseinheit für das Konzept des ökologischen Fußabdrucks. Da die Erdoberfläche aber begrenzt ist, ist folglich auch der mögliche Flächenverbrauch limitiert. Damit entsteht das Konzept eines natürlichen Budget: Nachhaltiges Wirtschaften bedeutet aus dieser Sicht in seiner ökologischen Dimension mit der Oberfläche unseres Planeten und dem damit verbundenen (begrenzten) natürlichen Einkommen auszukommen.

Es gibt verschiedene Arten der Berechnung des ökologischen Fußabdrucks, die unterschiedliche Bezüge zwischen Fläche und menschlichen Handlungen herstellen. *Eine* Berechnungsart stellt der Sustainable Process Index (SPI®) dar. Bei dieser Methode werden alle Stoff- und Energieflüsse, die im Lebenszyklus zur Herstellung eines Produkts oder der Bereitstellung einer Dienstleistung zwischen Anthroposphäre und Natur ausgetauscht werden, berücksichtigt und in Flächen umgerechnet. Dies bedeutet, dass der SPI sowohl den Verbrauch an Rohstoffen als auch entstehende Emissionen und Abfälle berücksichtigt.

Die Umrechnung dieser Stoff- und Energieflüsse geschieht nach zwei Prinzipien:

1. Menschliche Materialflüsse dürfen globale Stoffkreisläufe nicht verändern. Dieses Prinzip bezieht sich auf Kreisläufe, wie z. B. 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 mehr in Umlauf gebracht wird (was bei weitem der Fall ist), 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 mehr eingebracht wird, braucht es 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
- Flächenverbrauch für Infrastruktur
- Flächenverbrauch für die Dissipation von Emissionen im Wasser
- Flächenverbrauch für die Dissipation von Emissionen im Boden
- Flächenverbrauch für die Dissipation von Emissionen in der Luft

In der Bewertung konkreter Produkte oder Dienstleistungen werden dabei immer die gesamten Lebenszyklen zu deren Bereitstellung (also von der „Wiege“ der Rohstoffproduktion bis zur „Bahre“ der Dissipation aller Emissionen und Abfälle) bewertet, wobei für die Abgrenzung der Systeme und die Aufteilung des Fußabdruckes auf Produkte und Nebenprodukte die Regeln der ISO Normen 14040 ff über Life Cycle Analysis Verwendung finden.

Mit Hilfe des ökologischen Fußabdrucks kann auf die Menge an CO_2 geschlossen und berechnet werden. Überschüssiges Kohlenstoffdioxid (CO_2) wurde vor Jahrtausenden unter der Erdoberfläche eingeschlossen, wodurch geeignete Lebensbedingungen auf der Erde geschaffen wurden. Durch die Verwendung von Kohle, Erdöl und Erdgas wird dieses CO_2 wieder in die Atmosphäre übergeführt und verändert so deren Zusammensetzung. CO_2 befindet sich in einem globalen Kreislauf. Ein Teil wird von den Meeren aufgenommen und ein kleiner Teil davon wird von Meereslebewesen gebunden. Wenn diese absterben und zu Boden sinken, wird dieser Kohlenstoff wieder langfristig eingeschlossen. Da wir aber weit mehr Kohlenstoff in die Atmosphäre einbringen als wieder eingeschlossen werden kann, verändert die Menschheit die Atmosphäre und handelt somit nicht nachhaltig.

In der SPI-Berechnung wird diese Aufnahmefähigkeit der Meeresfläche über

die Teilfläche für fossilen Kohlenstoff dargestellt. Wenn also 1 ha Meeresfläche rund 73 kg CO₂ pro Jahr einschließen kann und eine Person beispielsweise 10.000 km pro Jahr mit dem Auto fährt (und dadurch rund 2.800 kg CO₂ ausstößt; gesamter Lebenszyklus und Straßeninfrastruktur mit berücksichtigt), so bräuchte man für die Aufnahme dieser Art der Emission eine Flächen von rund 38 ha (oder 35 Fußballfelder), um die Atmosphäre nicht zu verändern. Zum Vergleich: nach der SPI®-Berechnung würden man in Österreich per Definition nachhaltig handeln, wenn pro Person nicht mehr als rund 6,6 ha pro Jahr verbraucht werden.

Der Rechner fragt im Wesentlichen Daten zu zwei Bereichen, nämlich Wärme und Strom, ab. Hierbei wird dem User ermöglicht die aktuelle Situation abzubilden und diese mit einer alternativen Variante zu vergleichen. Für die detaillierte Berechnung des ökologischen Fußabdrucks für den Strom kann der User den jeweiligen Strommix in Prozent entsprechend der Energieträgerverteilung eingeben. 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. Eine Kilowattstunde (kWh) des österreichischen Durchschnitts-Strommix hat einen Fußabdruck von 131,8 m² und liegt somit weit unter dem EU27-Durchschnitt von 284,2 m². Bei einem Stromanbieter, der hohe Anteile an erneuerbaren Energiequellen hat, verkleinert sich der Fußabdruck einer kWh entsprechend gegenüber dem österreichischen Durchschnitts-Strommix.

Bei der Wärme wird sowohl die Raumwärme als auch der Wärmebedarf für Warmwasser berücksichtigt. 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.

In der Ergebnisdarstellung werden sowohl der Fußabdruck als auch die jeweiligen CO₂ Emissionen für die beiden Bereiche Wärme und Strom dargestellt, ebenso wie ein Vergleich zwischen der aktuellen Energieversorgung und einer alternativen Situation.

Werkzeuge und Methoden



Computerprogramm

Lernziele

Das Konzept des Ökologischen Fußabdrucks dient vor allem dazu, das Bewusstsein der Menschen über die Folgen und Auswirkungen ihrer Tätigkeiten, ihres Lebensstils, ihres Konsumverhaltens etc. zu fördern. Erst dann können sinnvolle Alternativen des Handelns überlegt, Auswege gesucht und Verzicht geübt werden. Durch den direkten Vergleich der aktuellen Energieversorgung mit einer möglichen Alternative wird der Handlungsspielraum als Konsument deutlich sichtbar. Dieser Rechner eignet sich für alle Lehrveranstaltungen, die im Allgemeinen auf Nachhaltigkeit Bezug nehmen und schärft bei Studierenden das Verständnis der ökologischen Auswirkungen persönlicher Handlungen.

Bezug zur Nachhaltigkeit

Energiebereitstellung für Strom und Wärme stellt aus der Sicht nachhaltiger Entwicklung und des Klimaschutzes einen besonders sensiblen Bereich dar. Die Abschätzung des ökologischen Druckes dieses Sektors ist daher ein wesentlicher didaktischer Beitrag zum Verständnis nachhaltiger Entwicklung und daher in vielen Bereichen der Lehre einsetzbar.

Vorausgesetztes Wissen

Benötigt kein spezielles Vorwissen

Vorbereitungsaufwand

Niedrig

Zugang

Free

Quellen und Verweise

<http://www.fussabdrucksrechner.at/de/calculation/energymix>

Gefördert von

Gefördert vom österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung im Rahmen der Ausschreibung "Projekt MINT-Massenfächer" (2011/12)