

GIS-gestützte Methodik zur Abschätzung von CO₂-Emissionen multi- und intermodaler Wege

GIS-based Method for Estimating CO₂-Emissions of Multi- and Intermodal Trips

Anna Butzhammer, Bernhard Castellazzi, Thomas Prinz

RSA FG – Research Studio iSPACE, Salzburg · anna.butzhammer@researchstudio.at

Zusammenfassung: Zur Erreichung der Klimaziele gilt es das Bewusstsein für nachhaltige Mobilitätslösungen zu schärfen sowie Methoden zur Bewertung von Maßnahmen hinsichtlich CO₂-Einsparungspotenziale in der Planung zu entwickeln. Räumlichen Daten und GIS-Methoden ermöglichen die Berechnung von CO₂-Kosten alltäglicher Wege unter Berücksichtigung der Verkehrsmittelwahl. Aufgrund aktueller Mobilitätstrends wird eine GIS-Methode zur Berechnung individueller CO₂-eq. Kosten multi- bzw. intermodaler Wege vorgestellt und an zwei Praxisbeispielen im Kontext der Bewusstseinsbildung sowie im Planungskontext demonstriert.

Schlüsselwörter: Mobilität, CO₂-Emissionen, Netzwerkanalyse, Multimodalität, Raumplanung

Abstract: *In order to achieve the climate targets there is a need to raise awareness of sustainable mobility solutions and to develop strategies for assessing actions with respect to the potential of CO₂ emission savings. Spatial data and GIS methods are suitable for calculating CO₂-emissions of individual trips. As there is a trend towards inter- and multimodal mobility, a GIS-based method is developed to estimate the CO₂-eq. emissions of these trips. Two practical examples demonstrate the surplus of the method in the context of awareness-raising and planning practice.*

Keywords: *Mobility, CO₂ emission, network analysis, multimodality, spatial planning*

1 Hintergrund und Motivation

Vor dem Hintergrund des sensiblen Lebensraums der Alpen, sowie Herausforderungen des Klima- und demographischen Wandels werden im Rahmen des EU- geförderten Projekts ASTUS (Alpine Smart Transport and Urbanism Strategies) CO₂-arme Mobilitäts- und Siedlungslösungen identifiziert und bewertet. Zusammen mit Stakeholdern aus Pilotregionen werden dazu Maßnahmen und Strategien entwickelt. Im Zuge dessen braucht es Methoden und Instrumente zur Validierung und Abschätzung möglicher CO₂-Einsparungen von Maßnahmen sowie zur Bewusstseinsbildung.

Die Herausforderungen in Politik, Bildung, Wirtschaft und Gesellschaft sind vielfältig: Klimawandel, Gesundheitssystem, Luftverschmutzung und Verkehrsstau. Zunehmende Verkehrsbelastung, eine Flexibilisierung von Mobilität, hoher MIV-Anteil und nationale Klimaziele. Es gilt adäquate Maßnahmen zur Verringerung des CO₂-eq.-Ausstoß auf allen Akteurs-ebenen und in vielfältigen Handlungsbereichen zu setzen, insbesondere eine verbesserte Raumordnung, weniger Zersiedelung, Stärkung der multifunktionalen Stadt der kurzen Wege, Mobilitätsverhaltensänderung und Bewusstseinsbildung (Becker et al., 2009). Es wurden bereits eine Reihe von politischen und planerischen Instrumenten zur Förderung nachhaltiger Mobilität entwickelt sowie auch im Bereich der Bewusstseinsbildung. So existieren

bereits einige Ansätze und Instrumente zur integrativen Siedlungs- und Verkehrsplanung, wie bspw. das Planungsinstrument der ÖV-Güteklassen (Hiess, 2017) oder der MORECO-Siedlungsrechner (Schnürch et al., 2014). Auch zur Bewusstseinsbildung nachhaltiger Mobilitätslösungen gibt es Online-Rechner, welche es ermöglichen auf Basis der Angabe von den zurückgelegten Distanzen nach Verkehrsmittel, Fahrzeugtyp, Antriebsart und Durchschnittsverbrauch die Umweltkosten in Form von CO₂-Emissionen des eigenen Mobilitätsverhaltens zu berechnen. Dabei handelt es sich meist um Rechner, welche die individuellen CO₂-Emissionen in den unterschiedlichen Lebensbereichen Wohnen und Energie, Mobilität, Ernährung & Konsum abbilden und berechnen. Beispiele hierfür sind der Österreichische Fußabdruck Rechner (bmnt, 2013), der CO₂-Rechner (klimAktiv, 2018) oder der CO₂-Rechner des Forum Umweltbildung (2019). Intermodale Wege sind in diesen CO₂-Rechnern nicht berücksichtigt. Darüber hinaus existieren Rechner, welche die monetären Mobilitätskosten abbilden, aber jedoch nicht die CO₂-Emissionen, wie der Mobilitätsrechner Oberösterreich (Land Oberösterreich, 2018).

Mit räumlichen Daten und GIS-Methoden können CO₂-Kosten im Verkehr modelliert werden. Insbesondere im Kontext der Abschätzung von CO₂-Kosten bzw. -Einsparungspotenzialen multi- und intermodaler Mobilität bedarf es der Entwicklung geeigneter GIS-Methoden. Ziel dieser Arbeit ist es eine GIS-basierte Methode zu entwickeln, um CO₂-Kosten sämtlicher Wege auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen abbilden zu können, insbesondere auch multi- und intermodaler Wege. Darüber hinaus werden zwei Praxisbeispiele gegeben. Der Einsatz der Methode in einem Online-Tool zur Bewusstseinsbildung, sowie im Planungskontext zur Bewertung von Maßnahmen hinsichtlich CO₂-eq.-Einsparungspotenzialen.

2 Methodik zur Abschätzung von CO₂-Emissionen inter- und multimodaler Wege

In dieser Arbeit werden die treibhausrelevanten CO₂-Äquivalente (CO₂-eq.) im Bereich Verkehr bewertet. Laut Klimaschutzbericht 2018 sind für den Verbrauch und die Emissionen neben Fahrzeuggewicht, Antriebsart, und Motorleistung die Fahrzeuggröße und alter, sowie die Geschwindigkeit, Fahrdynamik und der Besetzungsgrad bedeutend (Anderl et al., 2018).

Räumliche Daten und Methoden ermöglichen eine detaillierte Abschätzung von zu erwartenden CO₂-Emissionen eines vorgegebenen Verkehrssystems und Mobilitätsverhaltens. Es gibt unterschiedliche Ansätze zur Modellierung von CO₂-Emissionen wie netzwerkbasiert, agent-based, im Kontext von system dynamics oder integrative Bewertungen (Linton et al., 2015). Der entwickelte Ansatz zur Berechnung multi- und intermodaler CO₂-Emissionen ist ein netzwerkbasierter Ansatz, welcher auf Basis GIS-gestützter Routenberechnung, der Identifizierung von Nachfragepotenzialen und spezifischen Emissionskennwerten die CO₂-Emissionen inter- und multimodaler Wege abschätzt. Die verkehrsökologische Tautologie erlaubt es auf Basis der Anzahl der Nutzer, der Fahrtenanzahl je Person, der Reiseweite je Fahrt, des Besetzungsgrades und der Emissionskennwerte nach Fahrzeugtyp, die CO₂-Emissionen bzw. Umweltwirkungen für einen spezifischen Zeitraum abzuschätzen (Becker et al., 2009):

$$\frac{\text{Emission}}{\text{Zeit}} = \text{Einwohnerzahl} \cdot \frac{\text{Fahrten}}{\text{Person}} \cdot \frac{\text{Personenkilometer}}{\text{Fahrt}} \cdot \frac{\text{Fahrzeugkilometer}}{\text{Personenkilometer}} \cdot \frac{\text{Emission}}{\text{Fahrzeugkilometer}}$$

Um die CO₂-Kosten des individuellen Mobilitätsverhaltens gesamtheitlich abzuschätzen, müssen auch multi- und intermodale Alltagswege abgebildet werden (vgl. Abb. 1). Zur Abschätzung der CO₂-Kosten individueller Wege werden die Wegedistanzen mittels Netzwerkanalyse auf Basis eines routingfähigen Graphen ermittelt. Zur Abschätzung der CO₂-Emissionen inter- bzw. multimodaler Wege werden die Einzelwege nach Fahrzeugtyp segmentiert und mit der entsprechenden Emissionskennzahl des jeweiligen Fahrzeugs verrechnet. Die Summe der CO₂-Kosten aller Wegesegmente ergibt die gesamten CO₂-Kosten des individuellen Mobilitätsverhaltens.



Abb. 1: Darstellung inter- und monomodaler Wege inkl. einzelner Wegesegmente

Datengrundlagen

Das Umweltbundesamt (2018) veröffentlicht regelmäßig Emissionskennzahlen nach Verkehrsmittel unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Besetzungsgrades, des Kraftstoffs und der Antriebstechnologie. In Tabelle 1 sind die CO₂-eq.-Emissionen nach Verkehrsmittel aufgelistet mit der Differenzierung in direkte (Fahrbetrieb), indirekte (Fahrzeugherstellung, Energiebereitstellung und Entsorgung) und gesamte Emissionen.

Tabelle 1: Emissionskennzahlen in CO₂-Äquivalenten nach Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	Emissionskennzahlen nach Verkehrsmittel: CO ₂ -Äquivalente [g/Pkm*]			
	Besetzungs- grad (Pers.)	direkte Emissionen	indirekte Emis- sionen	gesamte Emis- sionen
Pkw-Durchschnitt Benzin + Diesel**	1,15	148,1	70,3	218,4
Linienbus (ÖV) (Die- sel inkl. E)**	18,8	37,9	14,2	52,1
Personenverkehr Schiene in Ö**	110	5,4	9,0	14,4
Straßenbahn***	k. A.	k. A.	k. A.	23,0

*Personenkilometer

**Umweltbundesamt, 2018 (Datenbasis 2016)

***VCÖ, 2015

Letztere werden in der vorliegenden Arbeit zur Berechnung der CO₂-Kosten herangezogen. Die Modellierung der individuellen Routen basiert für die Verkehrsmittel Gehen, Rad und Auto auf dem Straßengraphen der GIP (Graphenintegrationsplattform), sowie auf ÖV-Daten der Verkehrsankunft Österreich (VAO). Mittels einer Schnittstelle zur VAO können Wegedistanz und Verkehrsmittel von spezifischen ÖV-Routen abgefragt werden, insbesondere von

einzelnen Segmenten intermodaler Wege. Dies ermöglicht die Modellierung individueller Routen mit vordefinierten Start- und Zielkoordinaten. Auf planerischer Ebene kann zur Ermittlung der Routen die Start- und Zielinformation der Wege aus demographischen Daten auf Basis des regionalstatistischen Rasters (250 m) abgeleitet werden, wie beispielsweise der Pendlerverflechtung.

3 Online-Rechner: Bewusstseinsbildung nachhaltige Mobilität

Mit der Wohnstandortentscheidung wird auch wesentlich das individuelle Mobilitätsverhalten festgelegt. Denn die Qualität des Mobilitätsangebots- und -infrastrukturen sowie die Erreichbarkeit von Einrichtungen des täglichen Bedarfs determinieren wesentlich das Mobilitätsverhalten und somit auch die daraus resultierenden monetären Kosten und die Umweltkosten. Mit dem MORECO-Haushaltsrechner wurde ein Webservice entwickelt, welcher Wohn- und Mobilitätskosten potenzieller Wohnorte transparent und vergleichbar macht unter Berücksichtigung der individuellen Wege und somit Wohnstandortentscheidungen unterstützt (Cadus & Riedler, 2014). Im Rahmen des Projekts ASTUS wurde der MORECO-Haushaltsrechner erweitert, um die CO₂-Kosten des individuellen Mobilitätsverhaltens am Standort sichtbar zu machen, Potenziale nachhaltiger Mobilitätsoptionen aufzuzeigen und Standorte hinsichtlich ihrer ökologischen Mobilitätskosten vergleichbar zu machen (vgl. Abb. 3).

Zur Abschätzung der CO₂-Kosten der individuellen Alltagsmobilität auf Basis der NutzerInnen Eingabe von Start- und Zielcoordinate sowie der Häufigkeit der einzelnen Wege werden die entsprechenden Daten der Verkehrsauskunft Österreich abgefragt sowie die individuellen Routen für Gehen, Rad und Auto auf Basis der GIP modelliert.

Um zu einer Aussage zur gesamten CO₂-Erzeugung durch tägliche Pendelstrecken und Alltagswege zu kommen, müssen exakte Daten zum jeweiligen Streckenverlauf (im geographischen Sinne) und den beteiligten Verkehrsmitteln vorliegen. Diese können wie in folgender schematischen Darstellung durch die Schnittstelle der Verkehrsauskunft Österreich bezogen werden (vgl. Abb. 2): Nach Übermittlung der Koordinaten von Wohn- und Zielort wird ein entsprechendes XML-Dokument zurückgeliefert. Ein eigens entwickelter Parser generiert aus den vorliegenden XML-Daten eine Abstraktion der Abfolge von Routensegmenten, welche Auskunft über Weglänge und Verkehrsmittel geben. Daraufhin erfolgt eine verkehrsmittelspezifische CO₂-Auswertung der jeweiligen Segmente, nach zurückgelegter Distanz und typischem CO₂-Ausstoß pro Personenkilometer.

In Abbildung 3 ist eine typische Route mit Umstieg von einem dieselgetriebenen Bus auf einen O-Bus skizziert, wobei hier eine klare Unterscheidung der jeweiligen CO₂-Werte erfolgt (als Grauschattierung dargestellt). Jedoch können auch Zugfahrten (inkl. Straßenbahn u. U-Bahn) und Autostrecken Berücksichtigung finden. Rad- und Fußstrecken werden ebenfalls extrahiert – diese sind aber naturgemäß für den CO₂-Ausstoß unerheblich, können aber die CO₂-Bilanz der jeweiligen Route deutlich verbessern (bspw. Bike & Ride). Die CO₂-Bilanz einer Route wird schlussendlich durch Aufsummierung der CO₂-Werte aller Routensegmente dem/der NutzerIn im Online-Rechner ausgegeben (vgl. Abb. 3).

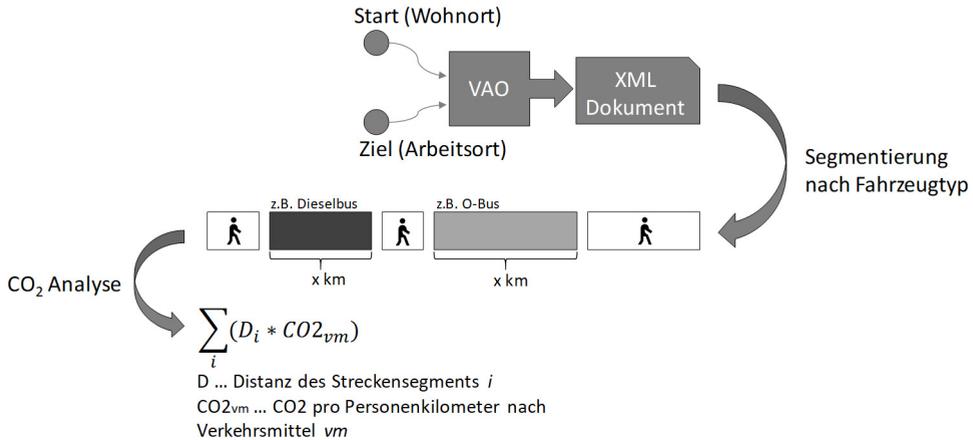


Abb. 2: Schematische Darstellung der technischen Umsetzung der Berechnung der individuellen CO₂-Mobilitätskosten

Multi- und intermodale sowie aktive Mobilitätsformen sind CO₂-arme Lösungen, jedoch meist abhängig von der Erreichbarkeit und Qualität von Mobilitätsinfrastrukturen und Versorgungseinrichtungen. Deshalb gilt es gerade die Rahmenbedingungen dieser Mobilitätsformen attraktiver zu gestalten und diese Optionen aufzuzeigen, um nachhaltiges, CO₂-armes Mobilitätsverhalten zu unterstützen. Neben der Berechnung des CO₂-Ausstoß der individuellen Alltagswege wurden dazu weitere Informationsschichten in den bestehenden Rechner integriert, insbesondere hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten nachhaltiger Mobilitätsoptionen und -infrastrukturen im jeweiligen Wohnumfeld sowie Möglichkeiten aktiver Mobilität, wie Einrichtungen des täglichen Bedarfs in fußläufiger Erreichbarkeit (vgl. Abb. 3).

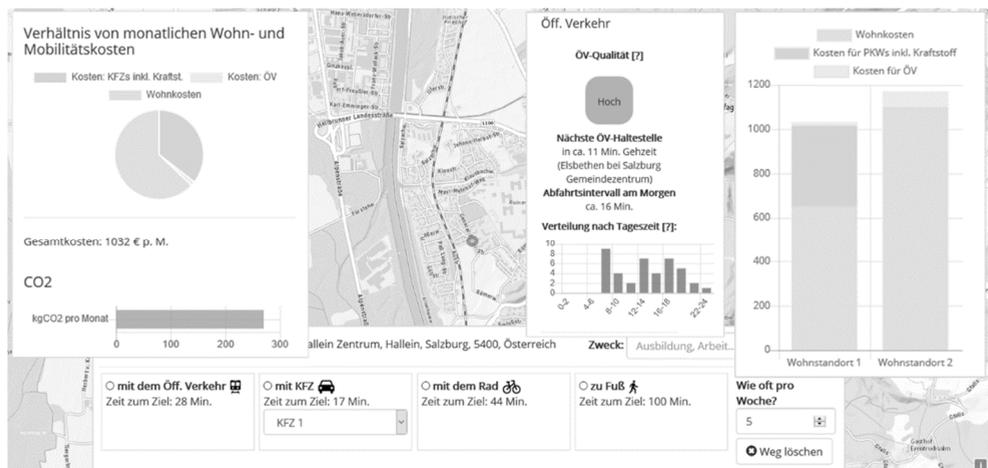


Abb. 3: Screenshot des erweiterten MORECO-Rechners. Darstellung der Mobilitäts- und Wohnkosten sowie der CO₂-Emissionen. Vergleich von Standorten möglich und Darstellung fußläufig erreichbarer Infrastruktureinrichtungen und ÖV-Haltestellen.

4 Modell zur Bewertung planerischer Maßnahmen hinsichtlich des CO₂-Einsparungspotenzials anhand eines Fallbeispiels

Im Planungskontext gilt es oftmals raum- und verkehrsplanerische Maßnahmen hinsichtlich deren Wirkungspotenzial zu priorisieren. Im Kontext nachhaltiger Mobilität und vor dem Hintergrund der Erreichung der nationalen Klimaziele ist das Einsparungspotenzial von treibhausrelevanten Gasen verschiedener planerischer Maßnahmen relevant. Basierend auf dem vorgestellten Ansatz zur Berechnung der inter- und multimodalen CO₂-Emissionen wird ein Modell entwickelt, welches es ermöglicht planerische Maßnahmen hinsichtlich des CO₂-Einsparungspotenzials zu bewerten.

Im vorliegenden Fallbeispiel gilt es eine verkehrsplanerische Maßnahme hinsichtlich des CO₂-Einsparungspotenzials zu bewerten. Über 90 % der MitarbeiterInnen der Landeslinik St. Veit im Pongau nutzen ihren Privat Pkw für deren täglichen Arbeitsweg. Die Klinik ist mit einem Bus erreichbar, welcher derzeit jedoch einen sehr geringen Takt aufweist. Mit einer Takterhöhung und entsprechenden Begleitmaßnahmen, wie betrieblichen Mobilitätsmanagement, Bewusstseinsbildung, attraktiver ÖV-Preisgestaltung wird angenommen, dass der Anteil der ÖV-Fahrer unter den MitarbeiterInnen erhöht werden kann. Es soll das CO₂-Einsparungspotenzial dieser Maßnahme abgeschätzt werden.

Entsprechend dem netzwerkbasierten Ansatz werden die potenziellen Routen modelliert, d. h., Start und Ziel der relevanten Routen müssen zunächst definiert werden, welche z. B. aus Daten basierend auf dem regionalstatistischen Raster abgeleitet werden können. Abbildung 4 gibt eine Übersicht aller relevanten Modellierungsschritte.



Abb. 4: Workflow zur Berechnung der CO₂-Emissionen eines Standorts auf Basis der Pendlerdaten und GIP

Auf Basis des regionalstatistischen Rasters mit Informationen der Pendlerverflechtung über Wohn- und Arbeits- bzw. Ausbildungsort können Start und Ziel der relevanten Arbeitswege zur Landeslinik identifiziert werden. Zunächst wird die Rasterzelle mit der Landeslinik St. Veit über eine räumliche Verschneidung identifiziert. Alle Rasterzellen mit Erwerbsspendler der Pendlerverflechtung, die ihr Pendelziel in der Rasterzelle der Landeslinik haben, werden als Wohnorte der MitarbeiterInnen selektiert. Somit kann auch die Summe aller Erwerbsspendler mit Pendelziel Landeslinik St. Veit als Potenzial ermittelt werden.

Basierend auf dem Straßengraphen der GIP wird mittels eines Routing Algorithmus eine O-D-Cost-Matrix inklusive der täglichen Arbeitswegedistanzen generiert. In Abhängigkeit des Modal Split und der Wegedistanzen, sowie der Anbindungsmöglichkeiten des ÖV können die individuellen Routen einem Verkehrsmittel zugeordnet werden und die CO₂-Emissionen der Einzelrouten unter Verwendung der Emissionskennziffern (Umweltbundesamt

2018) sowie der Wegehäufigkeit entsprechend der vorgestellten Methodik (Kap 2) abgeschätzt werden. Durch Aggregation der geschätzten CO₂-Emissionen aller Einzelrouten kann ein Gesamtwert der zu erwartenden CO₂-Emissionen aufgrund der Arbeitswege zum Unternehmen ermittelt werden.

Anhand dieses Workflows können nun CO₂-Emissionen für verschiedene Szenarien der Maßnahmenwirkung basierend auf der Verschiebung des Modal Splits hin zum ÖV abgeschätzt werden. Die Differenz der CO₂-Emissionen beschreibt das potenzielle CO₂-Einsparungspotenzial der Maßnahme. Abbildung 5 zeigt grafisch die potenzielle CO₂-Einsparung auf Arbeitswegen mit Ziel LK St. Veit unter der Annahme, dass sich der Modal Split um 5 % bzw. 10 % vom Auto zum ÖV hin durch geeignete Maßnahmen verschoben hat.

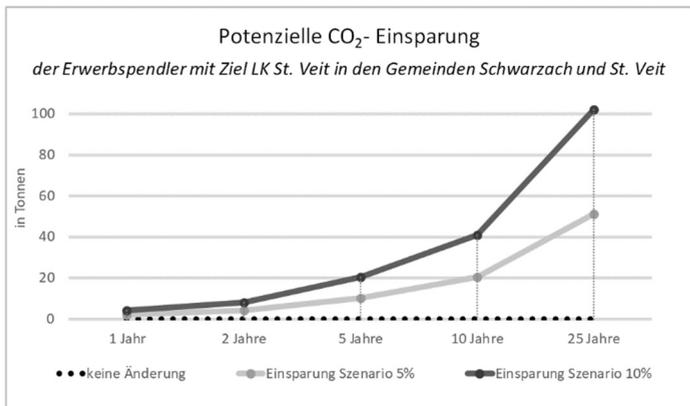


Abb. 5: Szenarien zur potenziellen CO₂-Einsparung bei einem Umstieg von 5 % bzw. 10 % der Mitarbeiter des LK St. Veit vom Auto auf den ÖV

5 Diskussion

Die Abschätzung von CO₂-eq.-Emissionen individueller Wege bzw. der Aggregation von individuellen Routen im Planungskontext ermöglicht es die Umweltwirkung des Verkehrsverhaltens zu quantifizieren und potenzielle Einsparungen zur Verhaltensänderung aufzuzeigen bzw. abzuschätzen. So kann ein Beitrag zu Instrumenten der Bewusstseinsbildung, als auch zur ökologischen Bewertung von planerischen Maßnahmen geleistet werden. Mit der Erweiterung des MORECO-Haushaltsrechners können unterschiedliche Mobilitätsoptionen für den individuellen Weg inklusive der CO₂-Emissionen betrachtet werden, da die Routen und deren CO₂-Berechnung dynamisch berechnet werden. Somit können auch Mobilitätsoptionen interaktiv verglichen werden und das Bewusstsein über die unterschiedlichen CO₂-Emissionen verschiedener Verkehrsmittel geschärft werden. Das Anwendungsbeispiel aus dem Planungskontext zur Bewertung von Maßnahmen hinsichtlich CO₂-Einsparungspotenzialen kann die Evaluierung und Priorisierung von Maßnahmen in einem Aktionsplan unterstützen, wie beispielsweise im Rahmen des ASTUS-Projekts zusammen mit Stakeholdern. Die Anwendungsbeispiele sind österreichweit übertragbar, da die Berechnung auf standardisierte Datenformate und Schnittstellen wie die GIP und der VAO basiert.

Danksagung

Das Projekt ASTUS wird von dem Europäischen Fond für Regionale Entwicklung durch das Interreg Alpenraumprogramm (Alpine Space) ko-finanziert.

Literatur

- Becker, U., Clarus, E., Schmidt, W., & Winter, M. (2009). *Stickoxide, Partikel und Kohlendioxid: Grenzwerte, Konflikte und Handlungsmöglichkeiten kommunaler Luftreinhaltung im Verkehrsbereich*. Dresden: TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie.
- bmnt – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2013). *Der österreichische Fußabdruck-Rechner*. Retrieved Jan 21, 2019 from <http://www.mein-fussabdruck.at/>.
- Cadus, S., & Riedler, W. (2014). Der MORECO-Haushaltsrechner für Wohnen- und Mobilitätskosten in ganz Salzburg – und darüber hinaus. Konzept, Entwicklung und praktische Anwendung. *SIR Mitteilungen*, 35, 23–40.
- Forum Umweltbildung (2019). *Der CO₂-Rechner*. Retrieved Jan 21, 2019 from [https://www.umweltbildung.at/aktiv-werden/CO₂-rechner/hintergrundinformationen.html](https://www.umweltbildung.at/aktiv-werden/CO2-rechner/hintergrundinformationen.html).
- Hiess, H. (2017). Entwicklung eines Umsetzungskonzeptes für österreichweite ÖV-Güteklassen. *Abschlussbericht in Zusammenarbeit mit der ÖREK-Partnerschaft 'Plattform Raumordnung & Verkehr'*. Vienna: ÖROK.
- KlimAktiv gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung des Klimaschutzes mbH (2018). *CO₂-Rechner*. Retrieved Jan 21, 2019 from http://klimaktiv.co2-rechner.de/de_DE.
- Land Oberösterreich (2018). *Mobilitätsrechner Oberösterreich*. Retrieved Jan 21, 2019 from <http://www.ooe-mobilitaetsrechner.at/#/start>.
- Linton C., Grant-Muller S., & W. F. Galer (2015). Approaches and Techniques for Modelling CO₂ Emissions from Road Transport. *Transport Reviews*, 35(4), 533–553.
- Schnürch, D., Haslauer, E., Castellazzi, B., & Prinz, T. (2014). MORECO Siedlungsrechner – Planungstool zur Abschätzung mobilitätsbezogener Folgekosten im Wohnbau. In: J. Strobl, T. Blaschke, G. Griesebner, & B. Zigel (Eds.), *Angewandte Geoinformatik 2014* (pp. 620–629). Berlin/Offenbach: Wichmann.
- Umweltbundesamt (2018). *Emissionskennzahlen pro Personen-, Tonnenkilometer*. Retrieved Jan 21, 2019 from http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/verkehr/1_verkehrsmittel/EKZ_Pkm_Tkm_Verkehrsmittel.pdf.
- Anderl, M., Burgstaller, J., Gugele, B., Gössl, M., Haider, S., Heller, C., Ibesich, N., Kappel, E., Köther, T., Kuschel, V., Lampert, C., Neier, H., Pazdernik, K., Poupa, S., Purzner, M., Rigler, E., Schieder, W., Schmidt, G., Schneider, J., Schodl, B., Svehla-Stix, S., Storch, A., Stranner, G., Vogel, J., Wiesenberger, H., & Zechmeister, A. (2018). *Klimaschutzbericht*. Wien: Umweltbundesamt.
- VCÖ (2015). Klima findet Stadt. *VCÖ-Magazin*, (4). Wien: VCÖ.