

# Gebrauch von Verkehrsmitteln auf unserem Planeten

Wir haben die Qual der Wahl



DI Michael Schwingshackl, Wirtschaftsingenieur – Verkehrstechnik, Doktorand an der TU-Graz, im Vorstand der Plattform – Footprint und Initiative Zivilgesellschaft.

Freier Publizist und Referent zum Ökologischen Fußabdruck und zukunftsfähiger Mobilität.

Mehr Infos auf [www.fairmove.at](http://www.fairmove.at), [office@fairmove.at](mailto:office@fairmove.at)

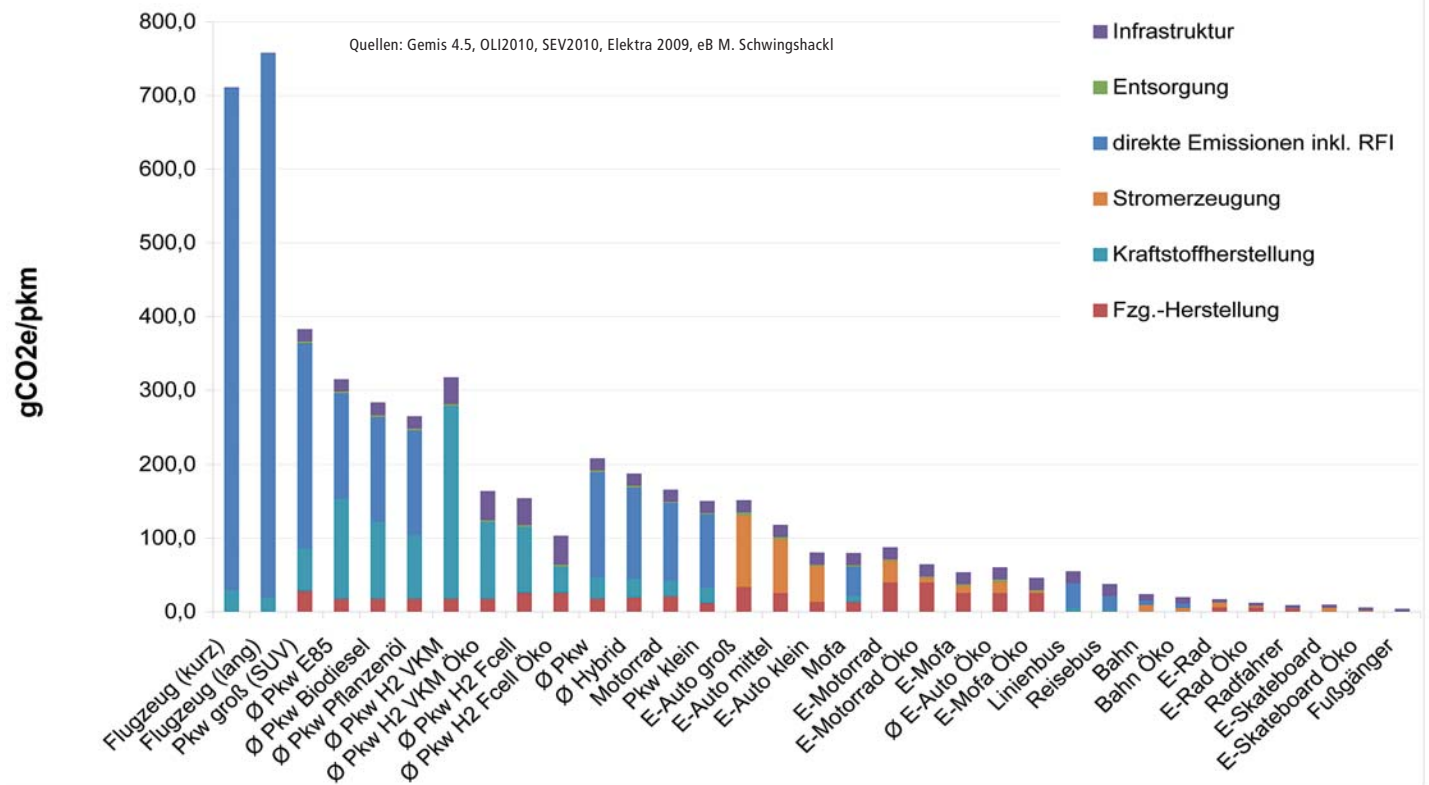
**Fair-Move** beleuchtet Alltagsmobilität und diskutiert ihre soziale und ökologische Verträglichkeit auf unserem Planeten. Gerade unsere Verkehrsmittelwahl hat entscheidenden Einfluss auf unser Wohlbefinden, die Lebensqualität unserer Mitmenschen und den Schutz der Natur als Basis unserer Lebensmöglichkeiten. Insgesamt stehen uns weit über hundert verschiedene Verkehrsmittel zur Auswahl. Hundeschlitten, Kutsche, Zeppelin, Hängegleiter und viele mehr sind wahrlich exotisch. Der Fokus soll hier auf die Verkehrsmittel des Alltags gelegt werden die mittels Elektroantrieb verbessert werden können. Die für unsere Zukunft auf dem Planeten Erde wahrscheinlich entscheidenden, weil klimarelevanten, CO<sub>2</sub>-Äquivalente Emissionen (CO<sub>2</sub>e) sollen in diesem Beitrag verglichen werden.

**Ein ganzheitlicher Vergleich im Sinne einer Ökobilanz** berücksichtigt neben den direkten Emissionen auch die Herstellung der Fahrzeuge und der benötigten Antriebsenergie, die Entsorgung und bereitgestellte Infrastruktur. In **Diagramm 2** sind alle Anteile und deren Summe dargestellt. **Das Fliegen** ist weit abgeschlagen und pro Personenkilometer das klimaschädlichste Verkehrsmittel. Vor allem der RFI (Radiative Force Index), der eine gesteigerte Klimawirksamkeit von CO<sub>2</sub> unterstellt, wenn es in höheren Schichten der Atmosphäre ausgestoßen wird (IPCC 2007, WGIII, Chapter 5) lässt in dieser Betrachtung die CO<sub>2</sub>-Emissionen derart in die Höhe

schnellen. Da bei einem Flug mehrere tausend Kilometer zurückgelegt werden, ist die Klimabelastung auch im Vergleich zu anderen Alltagswegen enorm hoch. Ein Paradigmenwechsel ist uns gewiss, denn technologisch ist im Personenflug keine Lösung in Aussicht.

**Der Durchschnittliche Pkw** verursacht insgesamt pro Personenkilometer um die 200 gCO<sub>2</sub>, davon sind 142 gCO<sub>2</sub>/pkm direkt aus dem Betrieb. **Agrotreibstoffe** können diese Bilanz sogar verschlechtern, durch erhöhte Emissionen bei der Kraftstoffherstellung. Dabei wurde in dieser Betrachtung die indirekte Landnutzungsänderung noch außer Acht gelassen. Schon aus der Tatsache, dass unsere Biokapazität auf der Erde sehr begrenzt ist und vielseitigen Nutzen hat, kann die Verbrennung in Motoren unserer Verkehrsmittel nur wenig Sinn machen. Würden wir im „waldreichen“ Österreich nur auf Waldflächen mittels Agrotreibstoffen der 2. Generation zurückgreifen, wäre auch unser Wald in etwa 10 Jahren vollständig gerodet. Inklusive bereits vorhandener Holznutzung in Österreich wäre der Wald sogar schon in etwa 7 Jahren weg – dieser Ansatz bringt also keine Lösung. Randawendungen mittels Reststoffnutzung könnten die CO<sub>2</sub>e-Bilanz etwas verbessern, bleiben aber in ihrem Potenzial sehr begrenzt.

**Auch die derzeitige Wasserstoffherzeugung** führt hinsichtlich der CO<sub>2</sub>e-Emissionen bei Einsatz mit

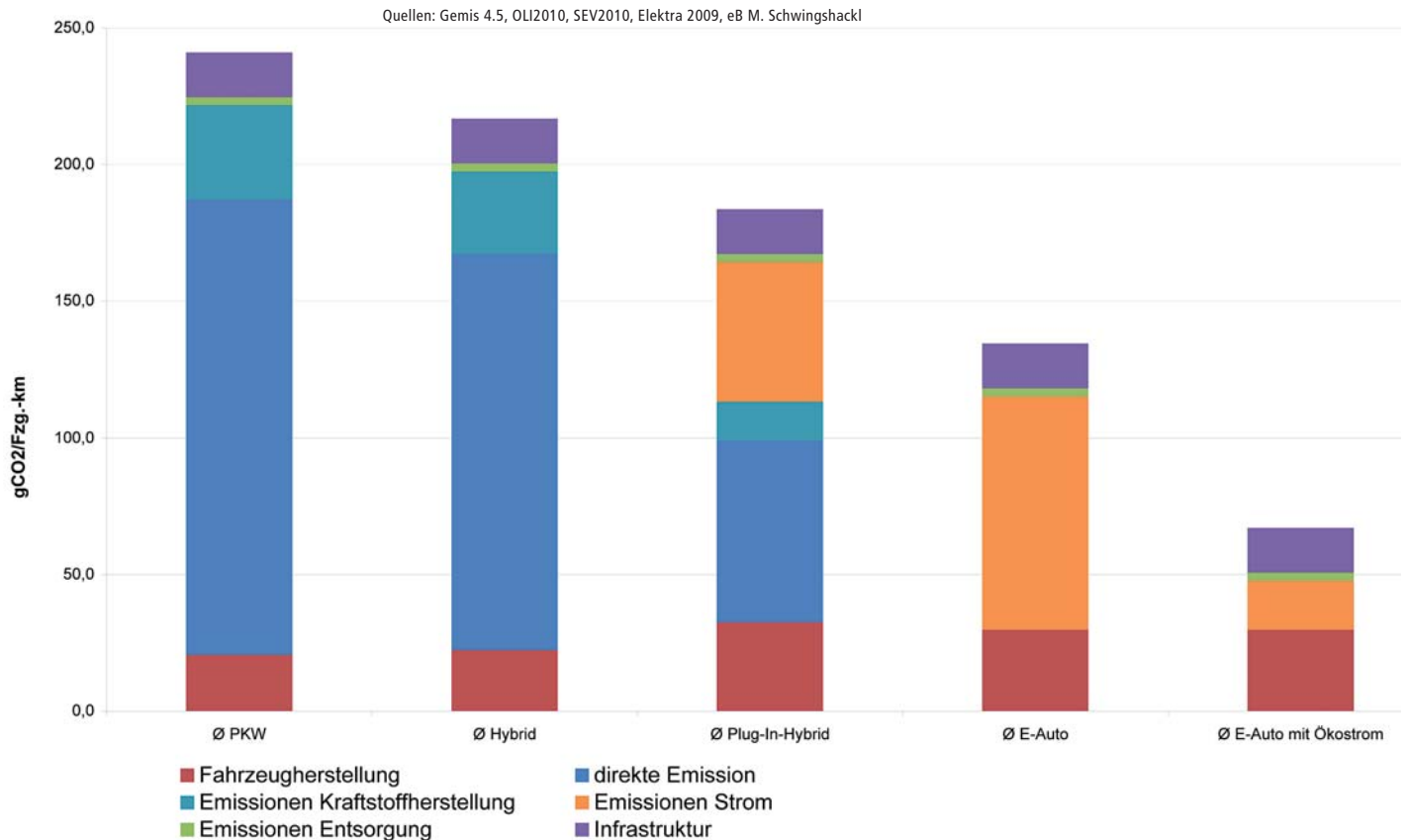


Übersicht CO<sub>2</sub>-Äquivalenter-Emissionen pro Personenkilometer unterschiedlicher Verkehrsmittel; Emissionen zusammengesetzt aus Herstellung des Fahrzeugs, Kraftstoffherstellung, direkten Emissionen (Kraftstoff oder Stromherstellung), Entsorgung und der durchschnittlich benötigten Infrastruktur (Flughafen, Straße oder Bahn).

Verbrennungsmotor zu einer Verschlechterung. Einsatz von Wasserstofffahrzeugen stellt im Vergleich zum konventionellen Pkw nur dann eine Verbesserung dar, wenn eine Brennstoffzelle (mit höherem Wirkungsgrad als der Verbrennungsmotor) verwendet wird. Durch den damit notwendig werdenden zusätzlichen Aufwand für die Tankinfrastruktur wird die Bilanz der nächsten Jahre (besonders klimarelevant!) insgesamt problematisch. Wasserstoff aus rein regenerativen Quellen erzeugt und gelagert kann eine weitere Verbesserung auf Fahrzeugebene bringen. Der Aufbau von flächendeckender Tankinfra-

und eine Abstimmung auf notwendige Antriebsleistungen können weitere Emissionen eingespart werden, wie die Übersicht anhand von unterschiedlichen Größenklassen bei E-Autos bis hin zu E-Räder deutlich machen kann. Bei Elektrofahrzeugen wird selbst ein erhöhter Herstellungs- und Betriebsaufwand durch den effizienteren Betrieb zum Vorteil.

**Der Öffentliche Verkehr** ist bzgl. CO<sub>2</sub>e-Emissionen in einer Größenordnung mit den besonders effizienten **Kleinfahrzeugen** des individuellen Verkehrs. Der Vergleich von Bahn und Bahn mit Ökostrom soll auch hier zeigen, dass vor allem im ober-



Übersicht CO<sub>2</sub>-Äquivalenter-Emissionen pro Fahrzeugkilometer (also ohne Berücksichtigung des Besetzungsgrades) unterschiedlich angetriebener Durchschnitts-Pkw; Emissionen zusammengesetzt aus Herstellung des Fahrzeugs, Kraftstoffherstellung, direkten Emissionen (Kraftstoff oder Strom), Entsorgung des Fahrzeugs und der durchschnittlich benötigten Straßeninfrastruktur

struktur bei Wasserstoff und die rein regenerative Erzeugung sind aber in weiter Ferne. Während bei Agrotreibstoffen für einen möglichst sparsamen Einsatz vor allem die Flächenbegrenzungen und der dadurch entstehende Druck auf die Lebensmittelherzeugung entscheidend sind, ist beim Wasserstoff die fehlende Infrastruktur und der viel effizientere Einsatz von Ökostrom gleich direkt in der Elektromobilität maßgebend.

**Eine Elektrifizierung der Antriebe** verringert auch bei heutigem Österreichischem Strommix die CO<sub>2</sub>e-Emissionen unserer Fahrzeuge. Bei einem Durchschnitts-Pkw liegt die Einsparung bei fast 50%. Durch eine Optimierung der Fahrzeugkonzepte hinsichtlich Gewicht, Luftwiderstand, Rollreibung

leitungsgebundenen Verkehr die Verbesserungen durch 100% Ökostrom in Österreich weiteres Verbesserungspotenzial beinhaltet. Öffentlicher Verkehr und Individualverkehr mit Kleinstfahrzeugen stehen in keinerlei Konkurrenz, sondern ergänzen sich für ganz unterschiedliche Anwendungsbereiche. Auch die Fußgänger/in oder Skateboard-Fahrer/in braucht Infrastruktur. Diese verursachen im Vergleich zu Straßeninfrastruktur für Transport und Individualverkehr mit Pkw bei der Errichtung und Erhaltung deutlich weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen.

**Am Beispiel eines Durchschnitts-Pkw** – wie in Diagramm 2 dargestellt – können die Unterschiede

Fortsetzung auf Seite 22

der unterschiedlichen Elektrifizierungsstufen bei Pkw gut dargestellt werden. Bei der konventionellen Antriebsart mit Verbrennungsmotor überwiegen die direkten Emissionen im Betrieb. Die Herstellung eines Durchschnitts-Pkw hat einen Anteil von etwa 9% und die Kraftstoffherstellung bei durchschnittlichem Kraftstoffverbrauch in Österreich von etwa 14%.

**Durch die Hybridisierung** wird vor allem versucht, die direkten Emissionen zu vermindern. Vorteilhaft sind die Bremskraftrückgewinnung und das Anfahren mit dem Elektromotor. Dem steht eine leichte Erhöhung des Aufwands für die Herstellung gegenüber. Ein Hybrid im herkömmlichen Sinn kann nicht mit Strom aus dem Netz aufgeladen werden. Der verwendete Strom, auch für das Anfahren, kommt somit aus vorher investiertem Kraftstoff. Erst durch den **Plug-in-Hybrid**, der auch am Netz geladen werden kann, wird ein rein elektrischer Fahrbetrieb mit Strom möglich. Die direkten Emissionen werden reduziert, womit sich auch die anteilige Kraftstoffherstellung reduziert und durch effizienteren Energieeinsatz – in Form von geringeren Emissionen des Stromverbrauchs – ersetzt wird. Mit österreichischem Strommix sinken die Emissionen im Vergleich zum konventionellen Pkw um etwa 25%. Die Reduktion ist stark abhängig vom Anteil der elektrischen Fahrleistung. Bei kurzen Strecken ist auch reiner elektrischer Betrieb möglich.

**Während das Elektroauto** fast 50 % an CO<sub>2</sub>e-Emissionen einsparen kann, sind es beim Elektroauto mit Ökostrom mehr als 70% im Vergleich zum konventionellen Pkw. Die Herausforderungen der Zukunft ist auch die Herstellung unserer Fahrzeuge auf Ökostrom und vollständiger Recycelbarkeit umzustellen. Der Anteil der Herstellung ist beim Elektroauto mit Ökostrom bereits auf über 40% angewachsen. Ist einmal der Fahrbetrieb optimiert, wird auch die Infrastruktur zum Thema. Mit Ökostrom trägt die Infrastruktur einen Anteil von etwa

25% an den Gesamtemissionen pro Fahrzeugkilometer. Da Infrastrukturbau über Jahrzehnte (nach)wirkt, muss diese Entwicklung bereits jetzt in der politischen Entscheidung berücksichtigt werden. Zusätzlich zur Optimierung der Energieeffizienz von Einzelfahrzeugen müssen diese bestmöglich in ein ganzheitliches Mobilitätskonzept eingegliedert werden. Erst durch die Kombination von öffentlichem Verkehr (inklusive geteilter Pkw), aktiver Bewegung und individueller Mobilität kann das Gesamtsystem optimiert werden.

Die CO<sub>2</sub>e-Betrachtung stellt nur einen Teilaspekt der Umweltbelastung dar. Für weitere Aspekte stehen weitere Arbeitspapiere auf [www.fairmove.at](http://www.fairmove.at) zur Verfügung.

Das Fair-Move-Team kümmert sich gerne auch um spezielle Fragen oder Anregungen. •

**Bei Verwendung von Ökostrom** für den Plug-In-Hybrid, können die Emissionen aus dem Stromverbrauch weiter gesenkt werden. **Eine Verbesserung des Österreichischen Strommix** ist demnach verstärkt anzustreben.

**Übrigens:** Bei Berücksichtigung von Ökostrom in der Bilanz einzelner Betriebe oder Haushalte, muss der Strommix für Österreich korrigiert werden (Vermeidung von Doppelzählungen). Das hat korrekterweise eine Verschlechterung des Österreichischen Strommix zu Folge, wenn mehr und mehr Ökostrom herausgerechnet und an anderer Stelle bereits bilanziert wird. Diese Methodik würde einen zusätzlichen Anreiz für die Verbesserungen des österreichischen Strommix bringen, denn „schmutzigen (Rest-)Strom“ will niemand. **100% Ökostrom** für Österreich kann durch **saubere Bilanzierung einen neuen Anreiz finden** und ist eine wichtige Voraussetzung für bestmöglichen Einsatz von Elektromobilität.



[www.sonnezustrom.at](http://www.sonnezustrom.at)

### Ihre Photovoltaik-Anlage vom Fachbetrieb

- ✓ Beratung
- ✓ Planung
- ✓ Förderungen
- ✓ Genehmigungen
- ✓ Finanzierung
- ✓ Errichtung

Nähere Informationen unter  
☎ 05/9010 46 40 (zum Ortstarif)