

# PORTFOLIO ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY INTERVENTIONS FOR MOBILITY USING AN ENERGETIC MODEL OF THE SWISS TRANSPORTATION SECTOR

Lukas KÜNG<sup>1</sup>, Gil GEORGES<sup>1</sup>, Konstantinos BOULOUCHOS<sup>1</sup>

## Hintergrund zum Mobilitätssystem in der Schweiz

Um die Energiewende in der Schweiz zu realisieren ist es eminent, dass auch der Transportsektor seinen Beitrag leistet, da gemäß dem Bundesamt für Statistik rund ein Drittel der nationalen Gesamtemissionen auf Mobilitätsanwendungen zurückgeht. Hauptursache dafür ist die zentrale Rolle fossiler Treibstoffe, die 96% des Endenergiebedarfs des Sektors ausmachen. Darüber hinaus ist die Nachfrage nach Mobilitätsdienstleistungen stark wachsend – und das quasi ungebrochen seit 30 Jahren.

Unter Anbetracht der hohen Anteile an Wasserkraft (60%) und Atomkraft (35%) im Schweizer Durchschnittsstrommix scheint die flächendeckende Antriebselektifizierung eine interessante Option. Dem gegenüber steht aber eine große Unsicherheit über den Zeitplan und die Konsequenzen des wenigstens formal beschlossenen Atomausstiegs. Die Nachhaltigkeit der Elektromobilität (im weitesten Sinne, also inklusive Brennstoffzellenfahrzeuge und Plug-in Hybride) ist aber an eine tiefe CO<sub>2</sub>-Intensität der Stromproduktion geknüpft. Deshalb ist es fraglich ob die Substitution der Antriebstechnologie alleine ausreicht um die ambitionierten Ziele der schweizerischen Energiegesetzgebung zu erreichen.

Aus planerischer Sicht bieten sich diverse Alternativen: von der Detailoptimierung bestehender Technologien über fördernde oder lenkende Umstrukturierung der Nachfrage bis hin zur kompletten Neudefinition der Verkehrswirtschaft (z.B. mobility as a service). Diese erdenklichen Interventionen unterscheiden sich vor allem in Bezug auf ihr zu erwartendes CO<sub>2</sub>- und Energiemigrationspotential, die damit verbundenen Kosten / Nutzen, sowie den Grad der Unschärfe mit der sich diese Erwartungswerte bestimmen lassen.

## Methodik

Die Analyse eines solchen Interventionsportfolios erfordert eine gesamtsystemische Betrachtung. In der Gruppe Energiesysteme am ETHZ-LAV entwickeln wir dazu einen für die Mobilität geeigneten methodischen Ansatz, der den gesamten Mobilitätssektor und das damit verbundene Energiesystem abdeckt. Das Modell bildet die Energieflüsse im Gesamtsystem ausgehend von Bewegungen von Einzelpersonen, -waren und -fahrzeugen auf individueller Basis ab. Dabei werden die Konversions- und Austauschprozesse zwischen einzelnen Antriebskomponenten sowie der Energieinfrastruktur örtlich und zeitlich aufgelöst. Damit lässt sich der Einfluss von Interventionen sowohl auf die Nachfrage, die Fahrzeug- und Antriebstechnologie sowie das Energiesystem selbst gegenüber dem aktuellen System beziffern.

Eine Intervention ist dabei eine was-wäre-wenn Betrachtung einer möglichen Modifikation des aktuellen Zustands. Diese Resultate sagen noch nichts zum realisierbaren Potential aus, zeigen aber Möglichkeiten auf. Sie bilden eine allgemeine Grundlage zur Diskussion und können als Hilfestellungen zur strategischen Ausrichtung verwendet werden.

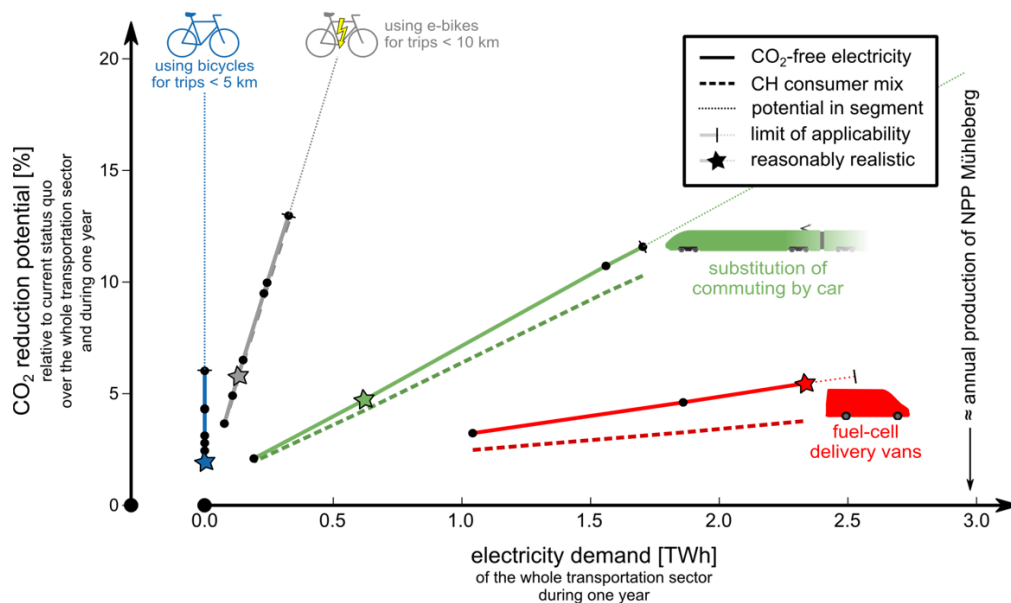
## Beispielinterventionen

Die unten aufgeführten und in Abbildung 1 dargestellten Beispielinterventionen zeigen die Verwendbarkeit dieses Modellierungsansatzes. Es sind drei Interventionen auf der Nachfrageseite und eine technische Intervention dargestellt. Die Resultate sind die individuellen CO<sub>2</sub>-Einsparungspotentiale in Abhängigkeit der nötigen zu investierender elektrischer Energie ins Gesamtsystem.

- (1) Die erste Intervention (blau) zeigt das mögliche CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential, wenn man die Bevölkerung überzeugt alle Strecken kürzer als 5 km anstelle des PKWs mit dem Fahrrad zurückzulegen. Einen zusätzlichen elektrischen Energieaufwand gibt es nicht. Das realistische Potential (Stern) ist relativ gering, da gewisse Hürden wie Wetter und Fitness (ausgedrückt über Altersklassen) sich negativ äußern.

<sup>1</sup> ETH Zürich, Sonneggstraße 3, 8092 Zürich, Tel.: +41 44 633-8566, [lukas.kueng@lav.mavt.ethz.ch](mailto:lukas.kueng@lav.mavt.ethz.ch)

- (2) Verwendet man anstelle von konventionellen Fahrrädern e-Bikes (grau), lassen sich nicht nur längere PKW Strecken ersetzen (hier z.B.: 10 km), sondern auch die individuelle Fitness und Topologie spielen eine untergeordnete Rolle. Jedoch benötigt man elektrische Energie für das System
- (3) Überzeugt man die Pendler welche mit dem Auto in die fünf Kernstädte der Schweiz unterwegs sind auf die Bahn umzusteigen, erhält man die grüne Linie. Sie ist deutlich flacher, man benötigt somit mehr elektrische Energie um dieselbe CO<sub>2</sub>-Reduktion zu erhalten wie mit den beiden vorherigen Interventionen.
- (4) Die rote Linie beschreibt das Potential der Umrüstung aller Lieferwagen (nicht schwerer als 3500 kg) mit Brennstoffzellen-Antrieben. Da dies eine technische Intervention ist, befindet sich das realistisch realisierbare Potential am oberen (rechten) Ende der Gerade, da es keine Frage von Akzeptanz oder Verhalten sondern von Wirtschaftlichkeit bzw. Rentabilität ist. Die Wasserstoffbereitstellung bedingt einen erheblichen energetischen Mehraufwand.



**Abbildung 1: Zusammenstellung von vier Interventionen; Grafik stellt CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential als Funktion der zu investierender elektrischer Energie dar.**  
 Verwendete Daten: [ARE/BFS] Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 / LWE 2013.

Das Beispiel in Abbildung 1 zeigt vorläufige Resultate aus unseren Bestrebungen hin zu einer gesamtsystemischen Modellierung. Nächste Schritte sind die Integration eines am LAV entwickelten energiesystemischen Modells, sowie die Formulierung weiterer Interventionen.