

## Der «Fussabdruck» des Güterverkehrs

### Mobility-Pricing für schwere Brummer und Güterzüge

Von Peter Andereg und Lily D. Poulikakos\*

*In der Diskussion über den Güterverkehr kommt einmal mehr die Frage der verursachergerechten Belastung des Gütertransportes auf. Im europäischen Projekt «Footprint» wird eine Gebühr für Strasse und Schiene anvisiert, die sich an der Belastung von Infrastruktur und Umwelt durch die einzelnen Fahrzeuge orientieren soll. Die Empa als Schweizer Projektpartnerin betreibt seit 2005 die erste europäische Messstation auf einer Autobahn.*

Das europäische Forschungsprojekt «Eureka Logchain Footprint E!2486» soll dazu beitragen, die ökonomischen, ökologischen und sozialen Kosten des Güterverkehrs auf Schiene und Strasse zu ermitteln und zu vergleichen sowie umweltfreundlichere Fahrzeuge zu fördern. Es soll also der sogenannte «Fussabdruck» des Güterverkehrs ermittelt werden. Eureka ist ein zwischenstaatliches europäisches Netzwerk für innovative Projekte; eingebunden in «Footprint» sind 27 Partner aus 7 Ländern. Projektziele sind die Entwicklung einer Methode zur Identifikation von umweltfreundlichen Strassen- und Bahnfahrzeugen, das Verstehen der Wechselwirkung von Rad und Infrastruktur sowie das Erfassen der Umwelteinflüsse. Abhängig vom «Fussabdruck» der Fahrzeuge kann dann eine verursachergerechte Infrastrukturgebühr erhoben werden.

#### Messstation an der Autobahn

Unter dem «Fussabdruck» von Fahrzeugen werden hier die dynamischen Radlasten (Gesamtgewicht und Achslasten), der Lärm und die Bodenvibrationen verstanden. Die Schadstoffermittlung wird Teil eines weiteren, künftigen Projektes sein. Zur Messung der obengenannten Parameter werden Messstationen auf Strasse und Schiene aufgebaut. Dabei wird der schweizerische Ansatz der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) und jener in Footprint zur Festlegung einer Güterverkehrsabgabe verglichen. Im Gegensatz zur LSVA soll hier allerdings nicht die Kapazität eines Fahrzeugs, sondern das spezifisch erfasste Schwerverkehrsfahrzeug mit einer Gebühr belastet werden: Die gemessenen Werte für Gesamtgewicht und Radlasten sowie Lärm und Vibrationen bestimmen also die Schwerverkehrsabgabe, und zwar sowohl auf der Strasse als auch auf der Schiene.

Der schweizerische Beitrag im Footprint-Projekt war 2005 der Aufbau der ersten europäischen Messstation auf einer Autobahn; seither werden die Messdaten aufgezeichnet. Wer auf der Autobahn 1 von Zürich nach Bern in Lenzburg den Kilometer 82,505 passiert, wird die Anlage kaum bemerken. Inzwischen sind weitere Messstationen für die Strasse in England und für die Eisenbahn in Holland, England und Österreich in Betrieb genommen worden. Zusätzlich zu den erwähnten Hauptparametern werden die Radkraftverteilung, Deformationen, Temperaturen und Feuchtigkeit in verschiedenen Tiefen des Belags gemessen. Im schweizerischen Projektteil beteiligen sich unter der Leitung der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) die Bundesämter für Berufsbildung und Technologie (BBT), Umwelt (Bafu), Verkehr (BAV) und Strassen (Astra) sowie eine in der Sensorik tätige Firma.

Auf diesem sehr stark befahrenen Abschnitt der A 1 verkehren werktags täglich bis zu 6000 Fahrzeuge von je über 3 Tonnen Gesamtgewicht.

\* Die Autoren sind bei der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) in Dübendorf tätig. Peter Andereg als Maschineningenieur in der Abteilung Elektronik/Messtechnik/Zuverlässigkeit und Lily D. Poulikakos als Bauingenieurin in der Abteilung Strassenbau/Abdichtungen.



Wer auf der Autobahn 1 von Zürich nach Bern in Lenzburg den Kilometer 82,505 passiert, wird die Anlage kaum bemerken, die den «Fussabdruck» von Fahrzeugen ermittelt. PP

Allein zwischen 6 und 18 Uhr rollen stündlich rund 400 Fahrzeuge über einen Strassenbelag, der zusätzlich durch Temperaturdifferenzen von 80 Grad Celsius, Wasser, Eis und Salz strapaziert wird. Zur Messung der erwähnten Parameter wurden ein Weigh-in-Motion-System (WIM), Vibrationssensoren, Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren sowie ein Stress-in-Motion-Sensor (SIM), Wegsensoren für die vertikalen Belagsdeformationen sowie temporär Mikrofone installiert. Das WIM-System misst Achslasten und das SIM-System die Kraftverteilung unter dem Pneu. Die gemessenen Fahrzeuglasten belegen zudem, dass sowohl beim Gesamtgewicht wie auch bei den Achslasten die Grenzwerte überschritten werden.

#### Komplexe Messung

Das ist insofern von Belang, als einerseits zu hohe Gesamtgewichte die Tragsicherheit von Kunstbauten gefährden können und andererseits die Schädigung des Belags mit zu hohen Achslasten exponentiell zunimmt. Die Messdaten der SIM-Sensoren wurden zusätzlich mit einer Finite-Element-Rechnung bezüglich Einfluss in den verschiedenen Schichten des Belags analysiert. Die Modellierung zeigt, dass auch die Kraftverteilung, das heisst der richtige Reifendruck, mitentscheidend ist für die Lebensdauer der Strassenbeläge. Im Gegensatz zu den Bodenvibrationen, die bezüglich Mensch wie Gebäude unterhalb der Grenzwerte liegen, werden die Lärmgrenzwerte sehr oft überschritten. Die Lärmmessung ist sehr komplex, da die verschiedenen synchronen Lärmquellen auch bei dichtem Verkehr auseinandergehalten werden müssen.

Die Erfahrungen beim Aufbau und Betrieb der verschiedenen europäischen Messstationen haben im Oktober 2007 zu Richtlinien geführt, um Spezifikation, Design und Datenanalyse von Footprint-Messstationen zu standardisieren. Da wie erwähnt nicht die Kapazität der Fahrzeuge, sondern das spezifisch erfasste Fahrzeug die Grundlage für Gebühren sein soll, ist eine automatische Klassifizierung und Identifizierung der einzelnen Fahrzeuge notwendig. Die Klassifizierung erfolgt nach den Kriterien Gewicht, Fahrzeugtyp, Achsenzahle und Achsfolge. Analog dazu wird im Projekt Footprint auch die Klassifizierung der Güterwagen der Bahn vorgenommen. Sollen die einzelnen Fahrzeuge nicht nur klassifiziert, sondern auch identifiziert werden, müssen Fahrzeug-Erfassungs-Systeme installiert werden. In den Richtlinien wird daher auch ein Tagging-System auf der Basis von Funkübertragung für Eisenbahn-Güterwagen vorgestellt.

#### Verursachergerechte Belastung

Die Erfahrungen mit den Messstationen werden zeigen, in welcher Form der Güterverkehr auf Strasse und Schiene innerhalb der Europäischen Union unter wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Aspekten verursachergerecht belastet werden kann. Wird wie bei der LSVA nur die Strasse belastet, oder werden je nach Grösse ihres Fussabdruckes Fahrzeuge auf Strasse und Schiene zur Kasse gebeten – gibt es also ein eigentliches Mobility-Pricing für den Güterverkehr? Zu bestimmen, ob und wie diese Erkenntnisse letztlich umgesetzt werden, ist eine politische Aufgabe. Das Projekt Footprint stellt die technisch-wissenschaftlichen Grundlagen zur Verfügung.