

# 13th International Conference on Wirtschaftsinformatik in St. Gallen

## Feldexperiment zur Wirksamkeit von konkretem vs. abstraktem Eco-Driving Feedback

--Manuscript Draft--

<b>Full Title:</b>	Feldexperiment zur Wirksamkeit von konkretem vs. abstraktem Eco-Driving Feedback
<b>Section/Category:</b>	Track 13 - Prototype & Experiment
<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	<p>André Dahlinger</p> <p>Felix Wortmann</p> <p>Verena Tiefenbeck</p> <p>Ben Ryder</p> <p>Bernahrd Gahr</p>
<b>Abstract:</b>	<p>Eco-Driving Feedback Informationssysteme haben das Potenzial, auf sehr rasche und effiziente Weise zur Reduktion von Spritverbrauch und CO2 im Strassentransportwesen beizutragen. Vor allem neuere vernetzte Fahrzeuge bieten durch die zunehmende Digitalisierung der Cockpits viel Freiraum zur Gestaltung und Untersuchung von Eco-Driving Feedback. Neben klassischen „Spritverbrauchs-Tachos“ findet man heutzutage auch eher abstrakte Formen der Informationsdarbietung, z.B. animierte Pflanzen, die in Abhängigkeit vom Spritverbrauch wachsen oder schrumpfen. Diese Möglichkeiten werfen wichtige Fragen auf: Welche Art der Informationsdarbietung ändert das Fahrverhalten kurzfristig und langfristig effektiver? Welche Fahrverhaltensweisen (z.B. Bremsverhalten) werden in welchem Masse beeinflusst? Hängen eventuelle Effekte von bestimmten Moderatoren ab? Um diese Fragen zu untersuchen, wurde ein Eco-Driving Feedback System entwickelt, welches den Spritverbrauch des Fahrzeugs auf klassisch „konkrete“ Art einerseits und auf eher abstrakte Art andererseits anzeigt. Die Auswirkungen auf Fahrverhalten und Spritverbrauch sollen in einem Feldexperiment unter Alltagsbedingungen mit 72 Pannenservice-Fahrern untersucht werden</p>
<b>Keywords:</b>	Eco-Driving; Persuasive Technology; Feedback

## Feldexperiment zur Wirksamkeit von konkretem vs. abstraktem Eco-Driving Feedback

**Abstract.** Eco-Driving Feedback Informationssysteme haben das Potenzial, auf sehr rasche und effiziente Weise zur Reduktion von Spritverbrauch und CO<sub>2</sub> im Strassentransportwesen beizutragen. Vor allem neuere vernetzte Fahrzeuge bieten durch die zunehmende Digitalisierung der Cockpits viel Freiraum zur Gestaltung und Untersuchung von Eco-Driving Feedback. Neben klassischen „Spritverbrauchs-Tachos“ findet man heutzutage auch eher abstrakte Formen der Informationsdarbietung, z.B. animierte Pflanzen, die in Abhängigkeit vom Spritverbrauch wachsen oder schrumpfen. Diese Möglichkeiten werfen wichtige Fragen auf: Welche Art der Informationsdarbietung ändert das Fahrverhalten kurzfristig und langfristig effektiver? Welche Fahrverhaltensweisen (z.B. Bremsverhalten) werden in welchem Masse beeinflusst? Hängen eventuelle Effekte von bestimmten Moderatoren ab? Um diese Fragen zu untersuchen, wurde ein Eco-Driving Feedback System entwickelt, welches den Spritverbrauch des Fahrzeugs auf klassisch „konkrete“ Art einerseits und auf eher abstrakte Art andererseits anzeigt. Die Auswirkungen auf Fahrverhalten und Spritverbrauch sollen in einem Feldexperiment unter Alltagsbedingungen mit 72 Pannenservice-Fahrern untersucht werden.

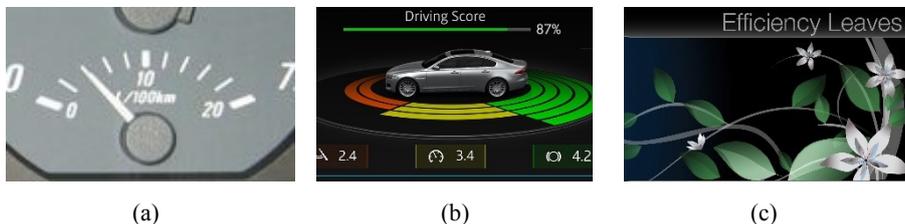
**Keywords:** Eco-Driving, Persuasive Technology, Feedback.

### 1 Einleitung und Forschungsfragen

Die Möglichkeit, Personen und Güter über Strassen zu transportieren, war und ist ein entscheidender Faktor für Aufbau und Wahrung von Wohlstand und individueller Mobilität unserer heutigen Gesellschaft, geht jedoch auch mit substantiellen negativen Externalitäten einher: 2010 gingen nach OECD Angaben 17% des weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstosses auf den Strassenverkehr zurück [1]. Als Reaktion darauf verschärfen viele Staaten ihre Regularien zum CO<sub>2</sub>-Ausstoss für Fahrzeuge. Entsprechende Verbesserungen der Technik durch die Fahrzeughersteller sind jedoch sehr teuer und die Verbreitung dauert lange [2]. Als kosteneffizienter und schneller grossflächig einsetzbar gilt es daher, das Fahrverhalten der Fahrzeugnutzer selbst zu adressieren. Eine spritsparende Fahrweise kann den Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss schlagartig um bis zu 30% reduzieren [3]. Um Fahrzeuglenker zu einem spritsparenderen Fahrverhalten zu bewegen, hat sich in Untersuchungen zumeist Echtzeit-Feedback, also die zielgerichtete Rückmeldung über verhaltensrelevante Informationen in der Situation [4], als die effektivste Interventionsmethode herausgestellt [5]. Aufgrund ihrer Möglichkeiten zur Informationsverarbeitung und -Darbietung bieten sich Informationssysteme (IS) optimal zur Gestaltung von derartigem Feedback zur Verhaltensintervention an [6]. Sie sind entsprechend auch schon seit Jahrzehnten in Auto-Cockpits zu finden (Abbildung 1a), wo sich derzeit ein fundamentaler Wandel ereignet.

Digitale Instrumentenanzeigen finden zusehends Einzug in heutige Fahrzeugcockpits [7]. Fahrzeughersteller nutzen diese Möglichkeiten bereits zur Implementierung unterschiedlicher Eco-Driving-Feedback-Informationssysteme (EDFIS). Besonders auffällig dabei ist, dass sich vor allem der Grad der Abstraktheit der dargebotenen Information unterscheiden kann. Einerseits finden sich EDFIS mit hohem Detailgrad und einer Fülle an Informationen zu Eco-Driving-relevanten Faktoren (z.B. Brems- und Beschleunigungsverhalten, siehe Abbildung 1b). Das andere Extrem bilden EDFIS, welche statt konkreter Zahlen abstrakte Repräsentationen der relevanten Information darbieten. Statt dem Spritverbrauch in Litern pro 100 Kilometern (l/100km) sieht der Nutzer dann zum Beispiel eine Pflanze, die gedeiht oder verwelkt in Abhängigkeit vom Spritverbrauch (Abbildung 1c).

Obwohl Fahrzeughersteller EDFIS seit Jahrzehnten anbieten, finden sich in der bestehenden Literatur zu den Auswirkungen von EDFIS auf Fahrverhalten und Spritverbrauch kaum belastbare Untersuchungen, bei denen saubere Forschungsdesigns angewandt wurden [8]. Ebenso fehlen trotz aktueller Relevanz Forschungsergebnisse zur Frage, welche Rolle unterschiedliche Designfaktoren für die Wirksamkeit von Feedback-IS spielen [9]. Um diese Forschungslücken zu schliessen, soll im Folgenden ein Prototyp eines EDFIS vorgestellt werden, welcher Feedback in „konkreter“ und in „abstrakter“ Art darstellen kann und mit dessen Hilfe in einem gross angelegten Feldexperiment folgende Forschungsziele verfolgt werden: (1) Untersuchung der Wirksamkeit von EDFIS in einem Feldexperiment mit rigorosem Forschungsdesign, (2) Untersuchung des Einflusses von konkretem vs. abstraktem Feedback auf die Wirksamkeit von EDFIS.



**Abbildung 1.** Unterschiedliche EDFIS: (a) klassische Spritverbrauchsanzeige im BMW 7, Bj. 1982; (b) modernes EDFIS in Jaguar Land Rover Modellen mit detaillierter konkreter Information; (c) modernes abstraktes EDFIS der Ford SmartGauge mit animierter Pflanze

## 2 Beschreibung des EDFIS Prototyps und der Stimuli

Der verwendete EDFIS-Prototyp ist eine Retrofit-Lösung bestehend aus einem konfigurierbaren On-Board-Diagnostics (OBD2) Dongle, einem Smartphone mit App und einem Backend-Server (Abbildung 2). Der OBD2-Dongle wurde derart konfiguriert, dass er aus den im Feldexperiment verwendeten Fahrzeugen CAN-Bus-Daten mit einer Frequenz von 1-30Hz auslesen kann. Diese Daten werden über Bluetooth an das Smartphone gesendet, welches relevante Informationen über eine eigens entwickelte App dem Fahrer visuell darbietet und sie gleichzeitig über eine GSM-Verbindung, angereichert mit vom Smartphone generierten Daten (z.B. GPS-

Position, Uhrzeit), an ein Backend schickt, wo alle Daten verarbeitet und gespeichert werden.

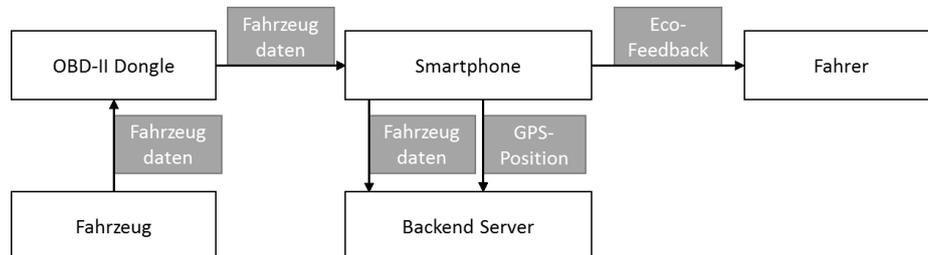


Abbildung 2. EDFIS Architektur

Um die dargestellten Forschungsziele zu erreichen, wurden drei Feedback-Screens entwickelt, um die jeweilige Auswirkung auf das Fahrverhalten im Feldexperiment gegeneinander testen zu können. (1) Der „Eco-Baum“-Screen spiegelt den Spritverbrauch auf abstrakte Art wieder, indem ein Baum angezeigt wird, welcher in Abhängigkeit vom Spritverbrauch wächst bzw. schrumpft (Abbildung 3a). Als Referenzwert für den Baum wurde dabei der gleitende Mittelwert des Spritverbrauchs in l/100km über die letzten 3 Minuten herangezogen, um ein extremes Schwanken im Wachstum des Baums zu verhindern. Der kleinste Baum repräsentiert einen Verbrauch von 18l/100km, der grösste Baum repräsentiert 7l/100km. Der momentane Spritverbrauch wurde ebenfalls angezeigt, um die Nachvollziehbarkeit des Screens zu erhöhen. (2) Der „Eco-Tacho“-Screen zeigt den momentanen Spritverbrauch in Echtzeit in Form einer Tachonadel an (Abbildung 3b). Darüber hinaus werden Bremsung in Prozent ( $-1g=100\%$ ) und Gaspedalposition in Prozent (voll durchgetreten= $100\%$ ) angezeigt. (3) Der „G-Radar“-Screen (Abbildung 3c) zeigt den Vektor aus longitudinaler (vertikale Achse) und lateraler (horizontale Achse) Beschleunigung in g in Form eines blauen Punktes auf einem Kreis (Kreisrand entspricht Beschleunigung von  $1g$ ). Zusätzlich wurden Triplänge und momentane Geschwindigkeit angezeigt. Der G-Radar dient als Kontrollbedingung und sollte die Systemnutzung aufrechterhalten, ohne einen Einfluss auf Eco-Driving auszuüben.

### 3 Beschreibung des Feldexperiments

Für das Feldexperiment wurden 72 Fahrzeuge von professionellen Fahrern eines Pannendienstes mit unserem EDFIS ausgestattet. Die Teilnehmer wurden per interner E-Mail rekrutiert. 72 von 92 angeschriebenen Fahrern nahmen schliesslich freiwillig am Experiment teil.

Das Feldexperiment begann mit einer zwei-wöchigen Baseline-Phase. Während dieser sahen alle Fahrer den G-Radar. In der anschliessenden Interventionsphase wurden die Fahrer randomisiert einer von drei Gruppen zugewiesen: (1) die Kontrollgruppe sah weiterhin den G-Radar (N=25), (2) die Gruppe mit konkretem Feedback wechselte automatisch auf den Eco-Tacho (N=24) und (3) die Gruppe mit abstraktem Feedback wechselte automatisch auf den Eco-Baum (N=23).

In der Analyse sollen künftig die Spritverbräuche der drei Gruppen während der Interventionsphase verglichen werden, um so Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der unterschiedlichen Eco-Feedback-Screens auf den Spritverbrauch im Sinne der dargestellten Forschungsfragen zu erlangen.



(a) "Eco-Baum"

(b) "Eco-Tacho"

(c) "G-Radar"

**Abbildung 3.** Die Feedback Screens für die (a) Gruppe mit abstraktem Eco-Feedback; (b) Gruppe mit konkretem Eco-Feedback; (c) Kontrollgruppe und Baselinephase

## 4 References

1. International Transport Forum, O.: Transport Green House Gas Emissions - Country Data 2010. (2010).
2. Global Fuel Economy Initiative: Fuel Economy State of the World 2014. (2014).
3. Barić, D., Zovak, G., Periša, M.: Effects of Eco-Drive Education on the Reduction of Fuel Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions. PROMET (Traffic Transp. 25, 265–272 (2013).
4. Stern, P.C., Brewer, G.D.: Decision Making for the Environment: Social and Behavioral Science Research Priorities. National Academies Press. (2005).
5. Barkenbus, J.N.: Eco-driving: An overlooked climate change initiative. Energy Policy. 38, 762–769 (2010).
6. Watson, R.T., Boudreau, M.-C., Chen, A.J.: Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the is community. MIS Q. 34, 23–38 (2010).
7. GSMA: 2025 Every Car Connected : Forecasting the Growth and Opportunity. (2012).
8. Tulusan, J., Staake, T., Fleisch, E.: Providing eco-driving feedback to corporate car drivers: what impact does a smartphone application have on their fuel efficiency? Proceeding 14th ACM Conf. Ubiquitous Comput. 1–4 (2012).
9. Karlin, B., Zinger, J.F., Ford, R.: The effects of feedback on energy conservation: A meta-analysis. Psychol. Bull. 141, 1205–1227 (2015).

## Feldexperiment zur Wirksamkeit von konkretem vs. abstraktem Eco-Driving Feedback

### Beschreibung der Prototyp Demo

Zur Demonstration kann das beschriebene Eco-Driving Feedback System live im Fahrzeug vorgeführt werden:

- Ein von uns gestelltes Fahrzeug, inklusive installiertem EDFIS-Prototyp kann durch die Autoren auf einem Testtrack vorgeführt werden (Abbildung 1)
- Erforderlich wäre dazu lediglich ein Parkplatz in der Nähe der Konferenz.

Alternativ kann unsere App auf einem Smartphone / Tablet vorgestellt werden. Der Spritverbrauch kann vom Nutzer über einen Slider simuliert werden, um zu sehen, wie sich das Feedback ändert.



Abbildung 1: rot = Testtrack, blau = Parkplatz

Link zum Video:

<https://polybox.ethz.ch/index.php/s/OjUJ1UvAm8ybeLO>



Click here to access/download

**Khan Academy Video (mandatory for Prototype &  
Experiment (Track 13) Submissions)**  
WI EDFIS.mp4

