



<sup>b</sup>  
UNIVERSITÄT  
BERN

CDE  
CENTRE FOR DEVELOPMENT  
AND ENVIRONMENT

## #2a : CDE Working Paper



online Anhang zu

### Mit Eco-Drive gegen Strassenlärm

EVALUATION EINES INTERVENTIONSPROGRAMMS ZUR FÖRDERUNG EINES  
LEISEN FAHRSTILS

**Stephanie Moser, Maja Fischer, Elisabeth Lauper, Thomas Hammer und  
Ruth Kaufmann-Hayoz**

**Zitierweise**

Moser S, Fischer M, Lauper E, Hammer T, Kaufmann-Hayoz R. 2015. *Online Anhang zu: Mit Eco-Drive gegen Strassenlärm. Evaluation eines Interventionsprogramms zur Förderung eines leisen Fahrstils*. CDE Working Paper 2a (Anhang). Bern, Schweiz: Centre for Development and Environment (CDE) and Bern Open Publishing (BOP). DOI: 10.7892/boris.66914

**Herausgeberin der Serie**

Anne B. Zimmermann (CDE)

**Titelseite**

Stephanie Moser (CDE)

**Erhältlich**

Die PDF Version dieser Serie ist als Download hier zu finden:  
<http://www.cde.unibe.ch/Pages/Publications.aspx>

**Kontakt**

[stephanie.moser@cde.unibe.ch](mailto:stephanie.moser@cde.unibe.ch)

© 2015, die AutorInnen und CDE

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz. Siehe <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> um eine Kopie der Lizenz einzusehen. CDE empfiehlt NutzerInnen, direkt mit den AutorInnen dieses Werkes Kontakt aufzunehmen, falls sie es in irgendeiner Form vervielfältigen möchten.

Dieser Bericht wurde im Rahmen des Forschungsvertrags Nr. 09.0037.PJ/J414-1047 zwischen dem Schweizerischen Bundesamt für Umwelt und der Interfakultären Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ), respektive dem Centre for Development and Environment CDE der Universität Bern verfasst. Zusätzliche finanzielle Unterstützung erfolgte durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz, die Stadtverwaltung Ludwigshafen sowie durch die Universität Bern.

Für den Inhalt des Berichts ist alleine die Forschungseinrichtung verantwortlich.

DOI: 10.7892/boris.66914

ISBN: 978-3-906813-01-1 (e-print)

# Inhaltsverzeichnis

## **Anhänge**

Anhang A:	Inhalte der Fahrerrückmeldung (anonymisiertes Beispiel)	5
Anhang B:	Kurzanleitung für die TeilnehmerInnen zur Benutzung des Login-Chip	8
Anhang C:	Lineare Modelle Fahrdaten und Lärmwerte	9
Anhang D:	Herkunft und zeitlicher Verlauf der Temperaturdaten	18
Anhang E:	Noise model of the vehicle fleet in the City of Ludwigshafen	19
Anhang F:	Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanztests der Befragungsdaten	25
Anhang G:	Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanztests der Fahr- und Lärmdaten	27



## A. Inhalte der Fahrerrückmeldung (anonymisiertes Beispiel)

## A1 Fahrerrückmeldung Seite 1

**Wöchentliche Rückmeldung zu Ihrem Fahrstil**

**Fahrer/FahrerIn:** --  
**Login-Chip:** --  
**Fahrzeug:** --  
**Zeitperiode:** --

**ÜBERSICHT**

In der untenstehenden Tabelle sehen Sie auf einen Blick, in welchen Fahrstilbereichen Sie diese Woche gleich gute bzw. bessere (grüne Felder) oder schlechtere Werte (rote Felder) im Vergleich mit früheren Zeitperioden, anderen Fahrern oder einem Zielwert erzielt haben. In allen Bereichen mit einem Smiley haben Sie besonders gute Werte erzielt. Machen Sie weiter so!

	Vergleich mit vor der Schulung <sup>1</sup>	Vergleich mit seit der Schulung <sup>2</sup>	Vergleich mit anderen Fahrern <sup>3</sup>	Vergleich mit Zielwert <sup>4</sup>
<b>Kraftstoffverbrauch</b> in Liter/100km	😊		😊	
<b>Drehzahl, Durchschnittswert</b>	😊		😊	😊
<b>Schubabschaltung,</b> Fahrzeitanteil mit Schubabschaltung		😊		
<b>Ruckartigkeit, rauhes</b> Beschleunigen und Bremsen	😊	😊	😊	😊

1 Vergleich mit Ihren Werten vor der Eco-Drive Schulung  
2 Vergleich mit Ihren Werten seit der Eco-Drive Schulung  
3 Vergleich mit anderen Fahrern, die den gleichen Fahrzeugtyp fahren  
4 Vergleich mit einem Zielwert

**INDIVIDUELLE EMPFEHLUNGEN ZUR VERBESSERUNG IHRES FAHRSTILS**

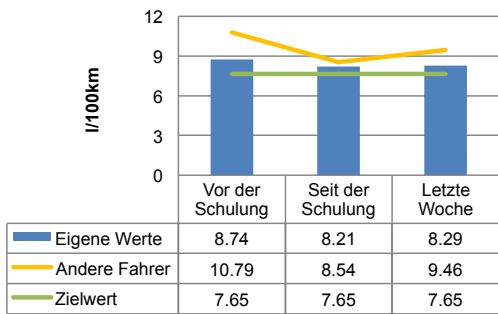
- Senken Sie die durchschnittliche Drehzahl, in dem Sie spätestens bei 2500 U/min (Benzin) bzw. 1500 U/min (Diesel) hochschalten und möglichst spät herunterschalten. Die meisten Fahrzeuge erlauben innerorts bei 50 km/h im 5. oder 6. Gang zu fahren. Und fahren Sie nur eine Wagenlänge im 1. Gang.
- Erhöhen Sie die prozentuale Fahrzeit in Schubabschaltung, indem Sie das Fahrzeug häufiger und länger ausrollen lassen, ohne das Bremspedal zu betätigen.

1

A2 Fahrerrückmeldung Seite 2

**KRAFTSTOFFVERBRAUCH**

**Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch**



**Erläuterung**

Die blauen Balken geben an, wie viel Kraftstoff Sie durchschnittlich verbraucht haben. Die orange Linie zeigt, wie viel Kraftstoff andere Fahrer mit demselben Fahrzeug durchschnittlich verbraucht haben. Die grüne Linie zeigt den Wert, den die besten 25% aller Fahrer erreichen.

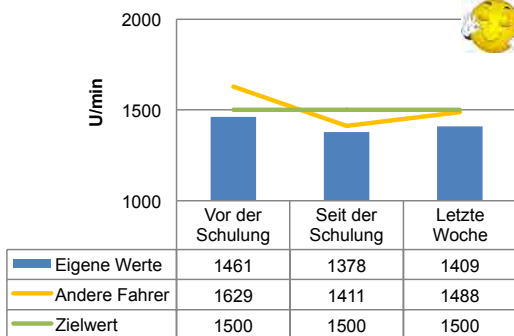


**Ziel**

Versuchen Sie, Ihren Kraftstoffverbrauch zu reduzieren und sich der grünen Linie zu nähern, indem Sie die Eco-Drive Regeln umsetzen.

**DREHZAHL**

**Durchschnittliche Drehzahl**



**Erläuterung**

Die blauen Balken in der ersten Graphik geben an, mit welcher Drehzahl Sie durchschnittlich unterwegs sind. Die orange Linie zeigt die Werte anderer Fahrer mit demselben Fahrzeug an. Die grüne Linie gibt den Zielwert für einen ökologischen, ökonomischen und leisen Fahrstil an.

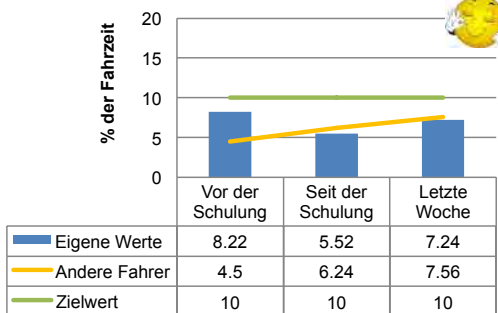


**Ziel**

Versuchen Sie, Ihre durchschnittliche Drehzahl im Stadtverkehr möglichst unter 2500 U/min (Benzin) bzw. 1500 U/min (Diesel) zu halten. Dieses Ziel können Sie erreichen, indem Sie frühzeitig hochschalten und vorausschauend fahren.

**SCHUBABSCHALTUNG**

**Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung**



**Erläuterung**

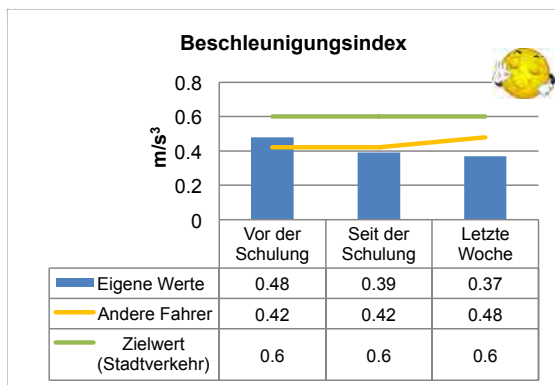
Die blauen Balken geben an, wie viel Prozent der Fahrzeit Sie Ihr Fahrzeug ohne Betätigung des Gas- oder Bremspedals rollen lassen. Die orange Linie zeigt die Werte anderer Fahrer auf demselben Fahrzeug. Die grüne Linie zeigt den Wert, den die besten 25% aller Fahrer erreichen.



**Ziel**

Versuchen Sie, die prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung zu erhöhen. Fahren Sie dazu vorausschauend und lassen Sie das Fahrzeug häufiger und länger rollen.

## A3 Fahrerrückmeldung Seite 3

**RUCKARTIGKEIT****Erläuterung**

Die blauen Balken geben an, wie ruckartig Sie fahren. Je höher der Wert ist, desto harscher und häufiger beschleunigen und bremsen Sie. Die orange Linie zeigt die Werte anderer Fahrer auf demselben Fahrzeug an. Die grüne Linie gibt den Zielwert an.

**Ziel**

Versuchen Sie, den Beschleunigungsindex auf unter  $0.6 \text{ m/s}^3$  im Stadtverkehr und sogar auf unter  $0.2 \text{ m/s}^3$  für Überland- und Autobahnfahrten zu verringern und dadurch gleichmäßiger zu fahren. Fahren Sie dazu vorausschauend.

**DIE WICHTIGSTEN ECO-DRIVE REGELN**

1. Beschleunigen Sie zügig. Fahren Sie nur eine Wagenlänge im 1. Gang.
2. Schalten Sie spätestens bei 2500 U/min hoch (bzw. bei Dieselmotoren bei 1500 U/min) und möglichst spät herunter.
3. Schalten Sie den Motor auch bei kurzen Wartezeiten (5-10 Sekunden) aus.
4. Fahren Sie vorausschauend und gleichmäßig, vermeiden Sie unnötige Brems- und Schaltvorgänge.

Bei Fragen zu Ihrer Rückmeldung oder zum Projekt allgemein wenden Sie sich bitte an Maja Fischer (Tel.: 0041 31 631 39 40, E-Mail: [fischer@ika.oe.unibe.ch](mailto:fischer@ika.oe.unibe.ch)).

**Wir wünschen Ihnen weiterhin eine entspannte und sichere Fahrt!**

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Stephanie Moser  
(Projektleiterin)

Maja Fischer  
(Wissenschaftliche Mitarbeiterin)

**P.S. Bitte vergessen Sie auch bei Ihren nächsten Fahrten das Login nicht!**

## B. Kurzanleitung für die TeilnehmerInnen zur Benutzung des Login-Chip

**u<sup>b</sup>**

**UNIVERSITÄT  
BERN**

### Hinweise zur Benutzung des Login-Chips



Foto 1: Aufkleber zur Erinnerung ans Login

Damit Ihre Fahrdaten aufgezeichnet werden können, müssen Sie sich mit dem beiliegenden blauen Login-Chip beim Fahrdatenschreiber anmelden. Um Ihnen diese Aufgabe zu erleichtern, ist im Fahrzeug ein Aufkleber am Lenkrad angebracht, der als Erinnerungshilfe dient (siehe Foto 1)



Foto 2: Sensor fürs Login

Bitte halten Sie vor jeder Abfahrt den Chip an den kleinen blauen Sensor (vgl. roter Pfeil im Foto 2). Der Sensor ist nicht in jedem Fahrzeug neben dem Lenkrad positioniert. Je nach Platzgründen kann er beispielsweise auch an der Innenseite der Tür angebracht sein. Nach erfolgreichem Einloggen ertönt ein akustisches Signal. Wir empfehlen Ihnen den Chip an Ihrem Schlüsselbund zu befestigen.

Wenn Ihre Fahrt beendet ist, brauchen Sie sich keine Gedanken ums Ausloggen zu machen. **Das Gerät stoppt die Aufzeichnung nach drei Minuten automatisch, nachdem der Motor ausgeschaltet wird. Bitte beachten Sie dies, wenn Sie kurz anhalten (z.B. um zu tanken) und loggen sich allenfalls wieder neu ein.**



## C. Lineare Modelle Fahrdaten und Lärmwerte

## C1 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren des Kraftstoffverbrauchs l/100km

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	3.19	.14	(-) <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 0	2.68	.08	.22 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 1	3.64	.05	.61 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 2	.33	.06	.04 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 3	2.01	.06	.37 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 4	-.09	.09	-.01
Fahrzeugkategorie 5	-.43	.08	-.03 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 6	1.85	.07	.21 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 7	4.04	.20	.19 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 8	2.00	.06	.21 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 10	3.55	.13	.30 <sup>***</sup>
Distanz in Kilometer	-.01	.00	-.02 <sup>**</sup>
Durchschnittliche Geschwindigkeit	-.07	.00	-.39 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	.05	.00	.22 <sup>***</sup>
Durchschnittliche Temperatur pro Woche	-.01	.00	-.02 <sup>**</sup>
Drehzahl	.00	.00	.22 <sup>***</sup>
Ruckartigkeit	5.52	.15	.27 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	-.01	.00	-.32 <sup>***</sup>

Anmerkung:  $b$  = unstandardisierter Regressionskoeffizient,  $SE B$  = Standardfehler,  $ss$  = standardisierter Regressionskoeffizient,  $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$   $R^2 = .76$ ,  $N = 7219$  umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

## C2 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren des Kraftstoffverbrauchs l/h

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	-1.14	.04	(-) <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 0	.58	.02	.13 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 1	1.02	.01	.48 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 2	.09	.02	.03 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 3	.53	.02	.27 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 4	.09	.03	.02 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 5	-.13	.02	-.03 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 6	.42	.02	.13 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 7	1.11	.06	.09 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 8	.57	.02	.16 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 10	.86	.04	.20 <sup>***</sup>
Fahrdauer in Sekunden	.00	.00	-.07 <sup>***</sup>
Durchschnittliche Geschwindigkeit	0.04	.00	.57 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	-.02	.00	-.22 <sup>***</sup>
Durchschnittliche Temperatur pro Woche	-.00	.00	-.02 <sup>***</sup>
Drehzahl	.00	.00	.25 <sup>***</sup>
Ruckartigkeit	1.59	.04	.22 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	-.02	.00	-.18 <sup>***</sup>

Anmerkung.:  $b$  = unstandardisierter Regressionskoeffizient,  $SE B$  = Standardfehler,  $ss$  = standardisierter Regressionskoeffizient,  $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$   $R^2 = .84$ ,  $N = 7219$  umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

C3 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren der durchschnittlichen Drehzahl

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	827.07	10.87	(-) <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 0	-33.32	8.84	-.03 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 1	-206.13	6.40	-.6 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 2	-164.05	5.80	-.23 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 3	-386.42	5.40	-.74 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 4	-315.37	8.12	-.26 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 5	-161.52	8.27	-.14 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 6	207.06	6.78	.24 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 7	-234.73	20.88	-.07 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 8	-126.54	6.93	-.14 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 10	-330.55	13.28	-.29 <sup>***</sup>
Distanz in Kilometer	-.24	.26	-.01
Durchschnittliche Geschwindigkeit	13.89	.17	.74 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	-.68	.15	-.03 <sup>***</sup>
Kraftstoffverbrauch (l/100km)	23.75	1.17	.25 <sup>***</sup>
Ruckartigkeit	304.800	16.15	.16 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	4.51	.26	.19 <sup>***</sup>

Anmerkung.:  $b$  = unstandardisierter Regressionskoeffizient,  $SE B$  = Standardfehler,  $ss$  = standardisierter Regressionskoeffizient,  $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$   $R^2 = .73$ ,  $N = 7219$  umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

## C4 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren der Ruckartigkeit

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	-.00	.01	(-)
Fahrzeugkategorie 0	-.13	.01	-2.18***
Fahrzeugkategorie 1	-.074	.00	-.25***
Fahrzeugkategorie 2	.04	.00	.10***
Fahrzeugkategorie 3	.04	.00	.15***
Fahrzeugkategorie 4	.04	.01	.06***
Fahrzeugkategorie 5	.10	.01	.16***
Fahrzeugkategorie 6	-.12	.00	-.27***
Fahrzeugkategorie 7	-.02	.01	-.01
Fahrzeugkategorie 8	-0.2	0.00	-.05***
Fahrzeugkategorie 10	-.22	0.01	-.38***
Distanz in Kilometer	-.00	.00	-.16***
Durchschnittliche Geschwindigkeit	-.00	.00	-.06***
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	.00	.00	.05***
Kraftstoffverbrauch (l/100km)	.03	.00	.59***
Drehzahl	.00	.00	.30***
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	.00	.00	.19***

Anmerkung.:  $b$  = unstandardisierter Regressionskoeffizient,  $SE B$  = Standardfehler,  $ss$  = standardisierter Regressionskoeffizient,  $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$   $R^2 = .49$ ,  $N = 7219$  umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

C5 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren der durchschnittlichen Verzögerung mit Bremse

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	.46	.02	(-) <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 0	-.23	.01	-.23 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 1	.03	.01	.07 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 2	.01	.01	.01
Fahrzeugkategorie 3	-.11	.01	-.25 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 4	-.08	.01	-.08 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 5	-.04	.01	-.04 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 6	.04	.05	.01
Fahrzeugkategorie 7	-.12	.03	-.04 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 8	-.08	.01	-.10 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 10	.33	.02	.32 <sup>***</sup>
Distanz in Kilometer	-.00	.00	-.08 <sup>***</sup>
Durchschnittliche Geschwindigkeit	.01	.00	.34 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	.00	.00	.03 <sup>**</sup>
Kraftstoffverbrauch (l/100km)	-.01	.00	-.13 <sup>***</sup>
Ruckartigkeit	.94	.02	.55 <sup>***</sup>
Drehzahl	3.718E-005	.00	.04 <sup>*</sup>
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	-.00	.00	-.09 <sup>***</sup>

Anmerkung: *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient, *SE B* = Standardfehler, *ss* = standardisierter Regressionskoeffizient, \**p* < .05, \*\**p* < .01, \*\*\**p* < .001 *R*<sup>2</sup> = .42, *N* = 6455 umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

C6 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren der Prozentualen Fahrzeit mit Schubabschaltung

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	2.01	.65	(-)**
Fahrzeugkategorie 0	12.31	.37	.26***
Fahrzeugkategorie 1	12.01	.27	.49***
Fahrzeugkategorie 2	7.55	.26	.24***
Fahrzeugkategorie 3	13.03	.28	.59***
Fahrzeugkategorie 4	5.27	.39	.10***
Fahrzeugkategorie 5	7.23	.37	.14***
Fahrzeugkategorie 6	.36	.32	.01
Fahrzeugkategorie 7	11.37	.92	.08***
Fahrzeugkategorie 8	4.32	.31	.11***
Fahrzeugkategorie 10	41.87	.37	.86***
Fahrtdauer in Sekunden	.00	.00	.00
Durchschnittliche Geschwindigkeit	-.20	.01	-.25***
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	.08	.01	.10***
Kraftstoffverbrauch (l/100km)	-1.62	.05	-.40***
Ruckartigkeit	9.06	.73	.11***
Drehzahl	.01	.00	.21***

Anmerkung.: *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient, *SE B* = Standardfehler, *ss* = standardisierter Regressionskoeffizient, \**p* < .05, \*\**p* < .01, \*\*\**p* < .001 *R*<sup>2</sup> = .71, *N* = 7219 umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

C7 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren der prozentualen Fahrzeit über 60 dB

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	-.50	.01	(-) <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 1	.20	0.00	.55 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 2	.08	.00	.24 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 3	.06	.00	.22 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 4	.09	.00	.13 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 5	.08	.00	.12 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 6	8.632E-055	.00	.00
Fahrzeugkategorie 7	-.07	.02	-.03 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 8	-.04	.00	-.10 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 10	-.06	.01	-.10 <sup>***</sup>
Distanz in Kilometer	.00	.00	-.01
Durchschnittliche Geschwindigkeit	.00	.00	.48 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	.00	.00	-.17 <sup>***</sup>
Kraftstoffverbrauch (l/100km)	.02	.00	.39 <sup>***</sup>
Drehzahl	.00	.00	.24 <sup>***</sup>
Ruckartigkeit	.04	.01	.04 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	0.00	.00	.23 <sup>***</sup>

Anmerkung.:  $b$  = unstandardisierter Regressionskoeffizient,  $SE B$  = Standardfehler,  $ss$  = standardisierter Regressionskoeffizient,  $*p < .05$ ,  $**p < .01$ ,  $***p < .001$   $R^2 = .83$ ,  $N = 4145$  umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

C8 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren des gemittelten Summenpegels des Motoren-geräuschs

	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	39.19	.80	(-) <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 1	8.12	.04	.74 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 2	6.07	.03	.59 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 3	6.20	.04	.78 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 4	6.10	.05	.31 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 5	5.68	.05	.30 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 6	3.75	.04	.31 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 7	-.66	.16	-.01 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 8	.07	.04	.00
Fahrzeugkategorie 10	-.59	.08	-.03 <sup>***</sup>
Distanz in Kilometer	-.01	.00	-.01 <sup>***</sup>
Durchschnittliche Geschwindigkeit	.08	.00	.26 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	-.06	.00	-.17 <sup>***</sup>
Kraftstoffverbrauch (l/100km)	.29	.01	.18 <sup>***</sup>
Drehzahl	.00	.00	.25 <sup>***</sup>
Ruckartigkeit	2.71	.09	.09 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	.00	.00	.00

Anmerkung.: *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient, *SE B* = Standardfehler, *ss* = standardisierter Regressionskoeffizient, \**p* < .05, \*\**p* < .01, \*\*\**p* < .001 *R*<sup>2</sup> = .98, *N* = 4145 umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.



C9 Tabelle des linearen Modells der Prädiktoren des Maximalpegels des Motorengeräuschs

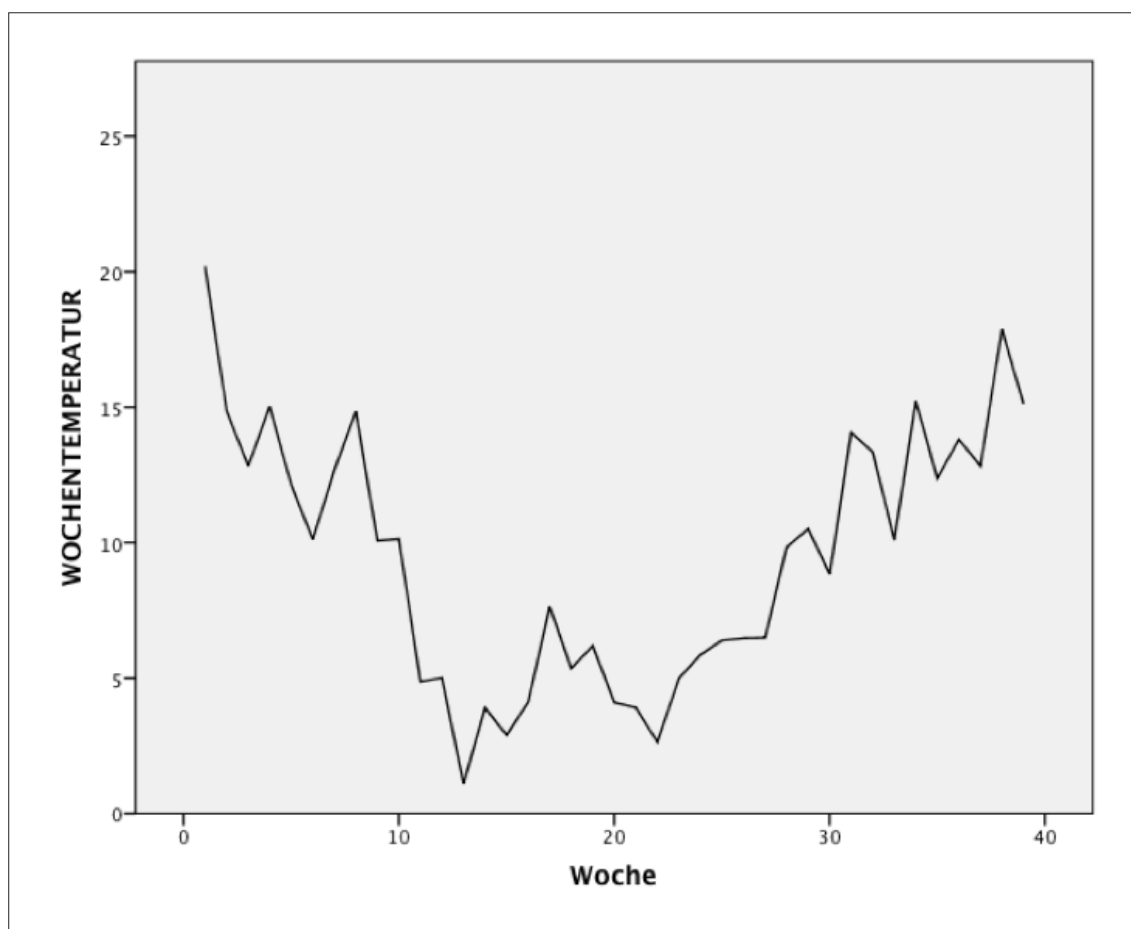
	<b>b</b>	<b>SE B</b>	<b>ss</b>
Konstante	48.67	.38	(-) <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 1	6.79	.18	.55 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 2	4.44	.15	.39 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 3	4.26	.18	.48 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 4	5.23	.24	.23 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 5	3.98	.22	.19 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 6	3.18	.18	.23 <sup>***</sup>
Fahrzeugkategorie 7	-1.91	.74	-.02 <sup>*</sup>
Fahrzeugkategorie 8	-.52	.17	-.03 <sup>**</sup>
Fahrzeugkategorie 10	-2.23	.37	-.11 <sup>***</sup>
Distanz in Kilometer	.08	.01	.14 <sup>***</sup>
Durchschnittliche Geschwindigkeit	.07	.01	.22 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit im Stillstand	.00	.00	-.02
Kraftstoffverbrauch (l/100km)	.24	.03	.14 <sup>***</sup>
Drehzahl	.00	.00	.15 <sup>***</sup>
Ruckartigkeit	6.81	.44	.20 <sup>***</sup>
Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung	.06	.01	.15 <sup>***</sup>

Anmerkung.: *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient, *SE B* = Standardfehler, *ss* = standardisierter Regressionskoeffizient, \**p* < .05, \*\**p* < .01, \*\*\**p* < .001 *R*<sup>2</sup> = .67, *N* = 4145 umfasst sämtliche Fahrten aller TeilnehmerInnen über den ganzen Erhebungszeitraum. Für die Fahrzeugkategorien vgl. Tabelle 2.7, wobei die Hybridfahrzeuge aus Kategorie 8 in eine neue Kategorie 10 unterteilt wurden, Kategorie 9 (kleine PKW mit Benzinantrieb) ist die Referenzkategorie.

D. Herkunft und zeitlicher Verlauf der Temperaturdaten

Die Temperaturdaten stammen von der Wetterstation Mannheim des Deutschen Wetterdienstes und wurden am 26.06.2014 auf [www.dwd.de](http://www.dwd.de) abgerufen. Aus den täglichen Messdaten der Temperatur wurde jeweils über 7 Tage (Mo-So ab dem 2.9.) ein Wochenmittelwert gebildet und dieser den entsprechenden Fahrdaten aus derselben Woche zugeordnet. Die Temperaturdaten entsprechen der Qualitätsstufe 3, das heisst sie wurden für einzelne, insbesondere automatisch gemessene Elemente systematisch grob geprüft und ggf. korrigiert.

In der untenstehenden Abbildung ist der Verlauf der Temperatur über den Untersuchungszeitraum dargestellt. Woche 1 entspricht der ersten und Woche 39 der letzten Woche des Untersuchungszeitraums.



E. Noise model of the vehicle fleet in the City of Ludwigshafen

E1 Noise model of the vehicle fleet in the City of Ludwigshafen Page 1

## Noise model vehicle fleet City of Ludwigshafen

Final version

18 December 2013

Issued: M+P Erik de Graaff

### Record every 1 second from start of trip:

$$L_{p,rol} = 7,0 + 32,8 * \text{Log}(v+0,001)$$

$$L_{p,mech} = a + 0,0065 * n$$

$$L_{p,comb} = b + c * n + 30 * \text{Log} ( 1000 * FC / (n+1)+0,001 )$$

With a, b and c dependent on vehicle type:

vehicle type	fuel	size	coefficients noise model		
			a	b	c
pkw	benzin	alle	39	31	3E-03
pkw	diesel	klein	44	44	0
		mittel	45	42	0
		gross	46	40	0
lieferwagen	benzin	klein	43	34	3E-03
lieferwagen	diesel	klein	44	44	0
lieferwagen	diesel	mittel	48	40	0
lieferwagen	benzin	mittel + gross	Not available		
lieferwagen	diesel	gross	Not available		

$L_{p,pow}$ :

$$\text{If } n \leq 10 \quad L_{p,pow} = 0$$

$$\text{If } n > 10 \quad L_{p,pow} = 10 * \text{Log}(10^{\{ L_{p,mech}/10 \}} + 10^{\{ L_{p,comb}/10 \}})$$

$$SEL_{rol} = 10 * \text{Log}(10^{\{ SEL_{rol}(T=t-1) / 10 \}} + 10^{\{ L_{p,rol}/10 \}}) \quad ; SEL_{rol} (T=0) = 0,001$$

$$SEL_{pow} = 10 * \text{Log}(10^{\{ SEL_{pow}(T=t-1) / 10 \}} + 10^{\{ L_{p,pow}/10 \}}) \quad ; SEL_{pow} (T=0) = 0,001$$

$$L_{max,pow} = \max ( L_{max,pow}(T=t-1) , L_{p,pow} ) \quad ; L_{max,pow}(T=0) = 0$$

$$U = U (T=t-1) + ( \text{If } ( L_{p,pow} > 60 ; 1; 0 ) ) \quad ; U(T=0) = 0$$

$$W = W (T=t-1) + ( \text{If } ( L_{p,pow} > 64 ; 1; 0 ) ) \quad ; W(T=0) = 0$$

$$X = X (T=t-1) + ( \text{If } ( L_{p,pow} > 68 ; 1; 0 ) ) \quad ; X(T=0) = 0$$

$$Y = Y (T=t-1) + ( \text{If } ( L_{p,pow} > 72 ; 1; 0 ) ) \quad ; Y(T=0) = 0$$

$$Z = Z (T=t-1) + ( \text{If } ( L_{p,pow} > 76 ; 1; 0 ) ) \quad ; Z(T=0) = 0$$

**At trip finish send over:**

$$Leq,rol = SEL,rol(T= final) - 10*\log(Ttrip)$$

$$Leq,pow = SEL,pow(T= final) - 10*\log(Ttrip)$$

$$Lmax,pow(T= final)$$

$$Uperc = U(T= final) /Ttrip$$

$$Wperc = W(T= final) /Ttrip$$

$$Xperc = X(T= final) /Ttrip$$

$$Yperc = Y(T= final) /Ttrip$$

$$Zperc = Z(T= final) /Ttrip$$

**NB values available from CAN bus**

v = vehicle speed in km/h

n = engine speed in rpm

FC = fuel consumption in l/h

**Remarks**

T=t-1: value at last earlier 1 sec time stamp

Ttrip = total time of trip in seconds

Final = last second based value of trip

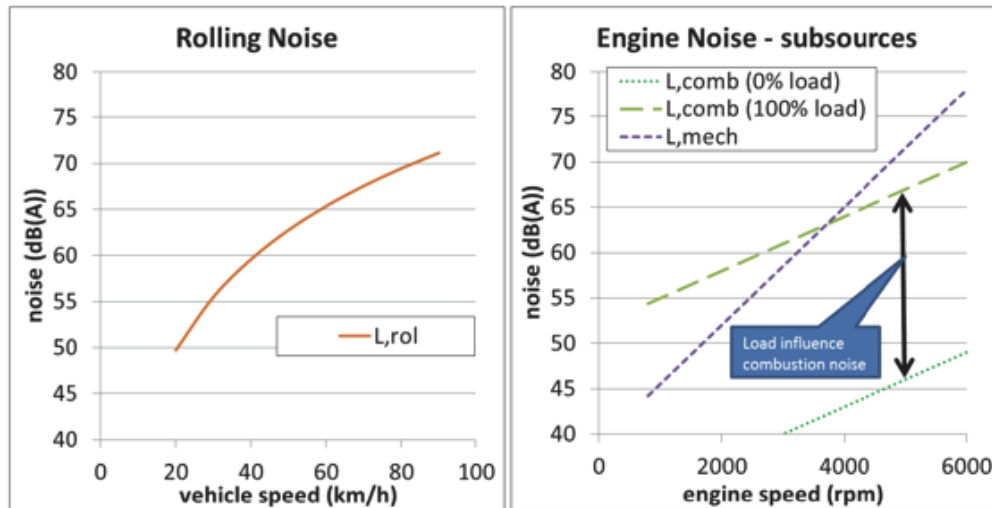
Fuel consumption FC in l/h from FC100 in l/100km:  $FC = FC100/100*v$

Log means Log10

## Background and clarification:

### Principal idea

The noise emission of every vehicle is assumed to be modeled by three sub sources: Rolling noise, Engine mechanical noise and Engine combustion noise. The principal relation of these noise sources is depicted below. Rolling noise is mainly dependent on the vehicle speed. Engine mechanical noise is mainly dependent on engine speed. Engine combustion noise is dependent on both engine load and engine speed. At zero engine load, combustion noise is negligible and the total engine noise emission is dominated by mechanical noise only. At 100% load, both sources are important. At low engine speed combustion noise dominates, at high engine speed mechanical noise still dominates.



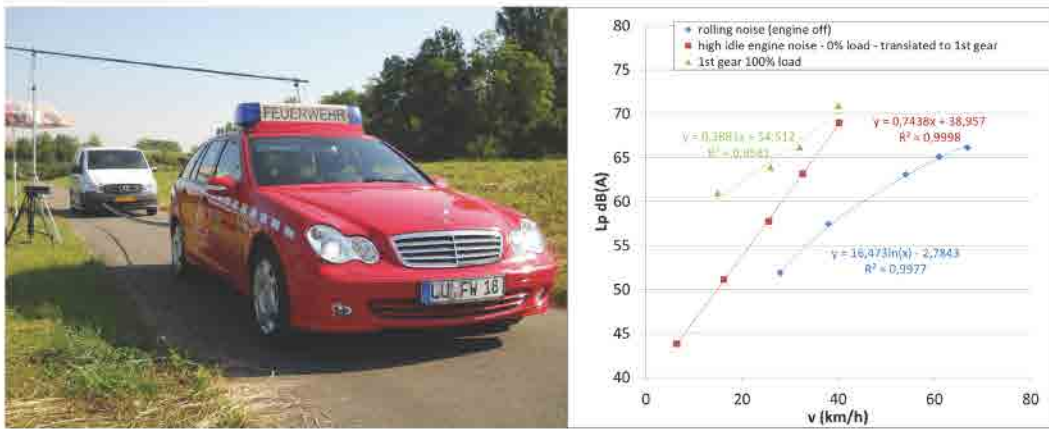
E4 Noise model of the vehicle fleet in the City of Ludwigshafen Page 4

**Measurements**

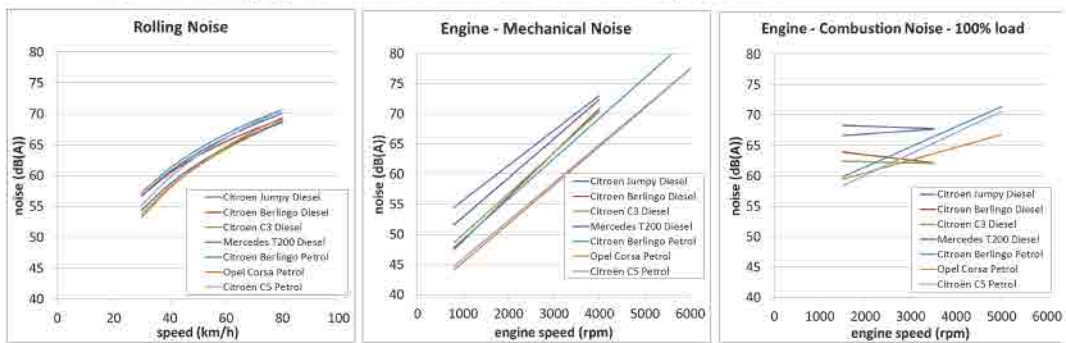
Dedicated noise measurements have been carried out on various vehicles of the city of Ludwigshafen under three different circumstances:

- Engine high idle and vehicle stand still
- Vehicle coasting by and engine off
- Vehicle passing by in 1<sup>st</sup> gear and engine at 100% load; the vehicle speed is kept stable by a second vehicle, which is pulled by the vehicle under measurement and connected by a long towing cable

An impression of the measurements and some typical results have been given below.



Out of these measurements the three principal noise have been calculated for every individual vehicle on the base of linear regression curves. Rolling noise and engine mechanical noise could be derived directly from the coast by and high idle measurements respectively. The engine combustion noise at 100% load was derived from the pass by measurements by subtracting the rolling noise and engine mechanical noise at the measured engine and vehicle speed according to the just derived regression curves. The resulting regression curves for all individual vehicles are depicted below.



## E5 Noise model of the vehicle fleet in the City of Ludwigshafen Page 5

**Noise model**

In order to come to a simple uniform noise model, that can be used for all the vehicles in the eco-driving program, the following observations and conclusions have been drawn:

- **Rolling noise:** The spread in rolling noise for the different vehicles is relatively small; 4 dB top-top at 30 km/h and only 2 dB top-top at 70 km/h. The speed sensitivity is almost identical for all vehicles. We could not find any clarification for the differences in terms of vehicle size season designation or other reason. The spread seems random and dependent only on brand/type, which is not under control for the bigger vehicle group. For the noise model we propose to take over the average rolling noise of all vehicles and take this as uniform model for all vehicles identical:

$$L_{,rol} = 7,0 + 32,8 * LOG(v)$$

Were v is the vehicle speed in km/h

- **Engine mechanical noise:** The speed sensitivity seems almost identical for all vehicles. However the offset seems different for different state of technology (diesel vs petrol; car versus van; encapsulation; etc). Furthermore it can be noticed that petrol engines are more silent than diesel engines at low engine speed. As speed sensitivity is identical and petrol engines exhibited higher maximum engine speed, their noise emission at maximum engine speed is higher than that of diesel engines. For the noise model we propose to take the average speed sensitivity for all vehicles. For the offset we propose to take various offsets for various vehicle classes. With this we come to the following noise model:

$$L_{,mech} = a + 6,5e-3 * n$$

Were n is the engine speed in rpm and a depends on technology and vehicle class

- **Engine combustion noise:** The speed sensitivity is different for diesel and petrol engines. The average speed sensitivity for diesel engines is zero and for petrol engines 3 db/1000 rpm. The offset is different for all vehicles and depends on vehicles class, stage of technology and power of the engine. With respect to the sensitivity of combustion noise versus load we do not have any data. However we know that at 0% load, combustion noise should be well below the mechanical engine noise, this complies with a dynamic range of around 25 to 30 dB from 0% to 100% load. For the amount of load or torque we do not have a direct indication, but we have the fuel consumption, which is proportional to the power delivered by the engine. Therefore the fuel consumption in liter/h divided by the engine speed is proportional to the engine load or engine torque. Using all these informations we come to the following proposal for a noise model:

$$L_{comb} = b + c * n + 30 * LOG(FC/n)$$

Were FC is the fuel consumption in l/h and n is the engine speed in rpm.

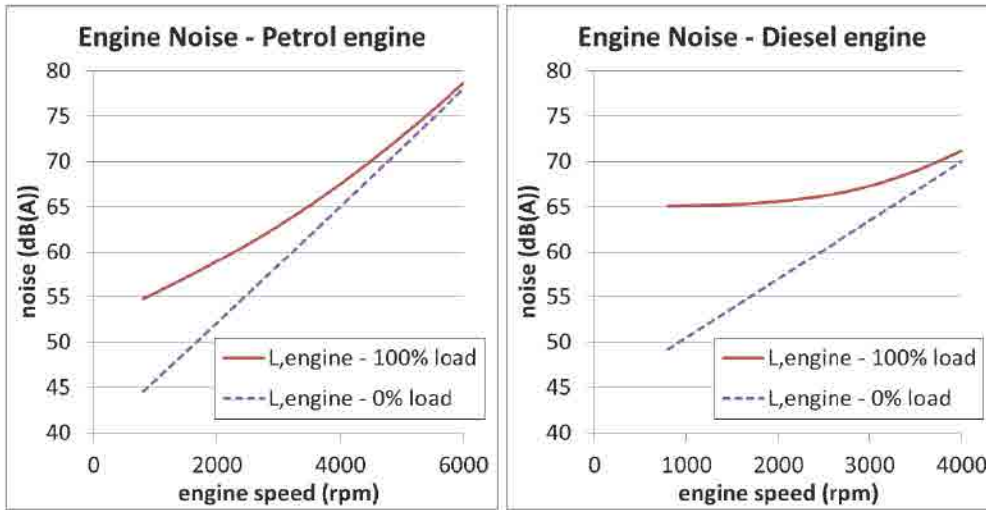
b is dependent on vehicle technology and fuel consumption of the various vehicle classes

c = 0 for diesel engines; 3 dB/1000rpm for petrol engines.

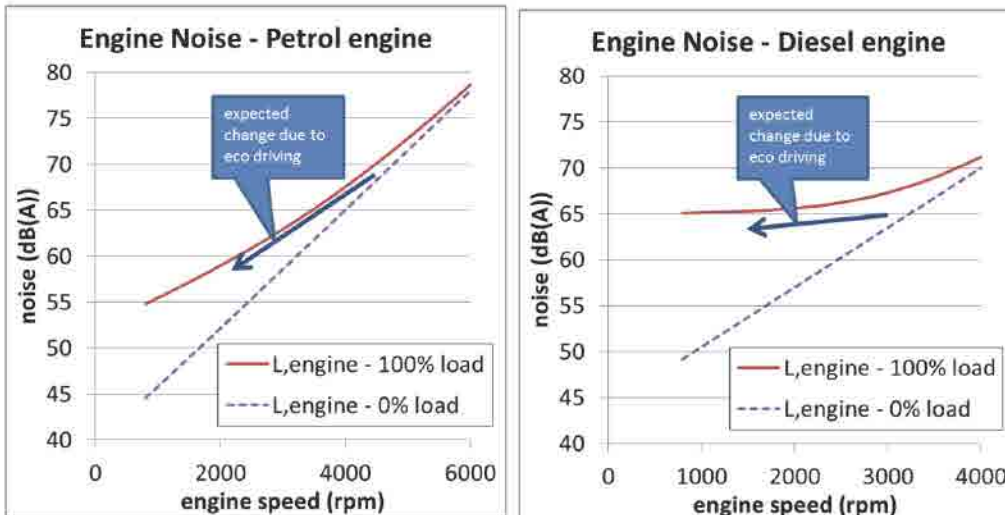


**Noise emission and potential reduction**

Combining the two engine noise sources we come to the following typical noise emission for a petrol engine and a diesel engine as depicted below. For the petrol engine, the dynamic range mostly depends on the engine speed and only to a lesser degree on the engine load. For the diesel engine, the dynamic range depends about equally on both the engine speed and the engine load.



With these principal noise emission figures we could already forecast the typical noise reduction to be expected due to the introduction of eco driving. In the pictures below the change is depicted. For petrol engines the reduction could be more than 5 dB. For diesel engines the reduction will be far less due to the higher load sensitivity of the noise emission.





F. Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanztests der Befragungsdaten  
 F1 Befragungsdaten: Ergebnisse der Mixed Model ANOVA für Gruppe 1 vs. Gruppe 2 & 3

		Signifikanztests und Effektstärken der Varianzanalysen			
Mittelwerte (Standardabweichungen)		Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe	
ZP	Gruppe 1 n=19	Gruppe 2 & 3 n=32			
Absicht Lärm zu vermeiden <sup>2,3</sup>	t1	4.96 (0.95)	4.93 (1.21)	$F(1, 70, 83.14)=0.64, p=.51, \eta_p^2=.01$	$F(1, 70, 83.14)=0.14, p=.84, \eta_p^2=.00$
	t2	5.14 (1.04)	5.02 (0.97)		<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1, 49)=0.09, p=.76, \eta_p^2=.00$
	t3	5.04 (0.79)	5.04 (0.92)		<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1, 49)=0.03, p=.87, \eta_p^2=.00$
	ZP	Gruppe 1 n=19	Gruppe 2 & 3 n=32	Haupteffekt Zeit	Interaktion Zeit x Gruppe
Absicht Eco-drive zu fahren <sup>1,3</sup>	t1	5.21 (0.71)	5.25 (0.67)	$F(2, 98)=9.84, p=.00, \eta_p^2=.17$	$F(2, 98)=0.15, p=.86, \eta_p^2=.01$
	t2	4.86 (0.80)	5.01 (0.88)		<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1, 49)=0.20, p=.66, \eta_p^2=.00$
	t3	4.61 (0.98)	4.77 (1.07)		<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1, 49)=0.21, p=.65, \eta_p^2=.00$
	ZP	Gruppe 1 n=19	Gruppe 2 & 3 n=31	Haupteffekt Zeit	Interaktion Zeit x Gruppe
Initiierung von Eco-Drive <sup>2,3</sup>	t1	3.20 (1.69)	4.23 (1.56)	$F(1, 76, 84.62)=27.53, p=.00, \eta_p^2=.36$	$F(1, 76, 84.62)=6.04, p=.01, \eta_p^2=.11$
	t2	5.20 (0.83)	4.98 (1.20)		<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1, 48)=9.09, p=.00, \eta_p^2=.16$
	t3	4.89 (1.01)	4.81 (1.35)		<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1, 48)=6.05, p=.02, \eta_p^2=.11$
	ZP	Gruppe 1 n=19	Gruppe 2 & 3 n=31	Haupteffekt Zeit	Interaktion Zeit x Gruppe
Etablierung von Eco-Drive <sup>1,3</sup>	t1	2.47 (1.42)	3.44 (1.56)	$F(2, 96)=19.15, p=.00, \eta_p^2=.29$	$F(2, 96)=7.04, p=.00, \eta_p^2=.13$
	t2	3.96 (1.49)	3.73 (1.47)		<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1, 48)=9.10, p=.00, \eta_p^2=.16$
	t3	4.26 (1.25)	3.92 (1.20)		<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1, 48)=9.11, p=.00, \eta_p^2=.16$
	ZP	Gruppe 1 n=19	Gruppe 2 & 3 n=31	Haupteffekt Zeit	Interaktion Zeit x Gruppe

<sup>1</sup> Mauchly Test nicht signifikant / <sup>2</sup> Mauchly Test signifikant, deshalb Huynh-Feldt Korrektur angewandt / <sup>3</sup> Levene Test nicht signifikant / <sup>4</sup> Levene Test signifikant

F2 Befragungsdaten: Ergebnisse der Mixed Model ANOVA für Gruppe 2 vs. Gruppe 1 & 3

		Signifikanztests und Effektstärken der Varianzanalysen		
Mittelwerte (Standardabweichungen)		Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe
Absicht Lärm zu vermeiden <sup>3</sup>	ZP Gruppe 1 n=17			
	Gruppe 2 & 3 n=37			
	t3	4.75 (1.11) 5.08 (0.93)	$F(1, 52)=7.88, p=.01, \eta_p^2=.13$	$F(1, 52)=10.18, p=.00, \eta_p^2=.16$
	t4	5.45 (0.69) 5.04 (0.89)	$F(1, 52)=0.027, p=.87, \eta_p^2=.00$	
Absicht Eco-drive zu fahren <sup>4</sup>	ZP Gruppe 1 n=17			
	Gruppe 2 & 3 n=37			
	t3	4.61 (0.95) 4.78 (1.00)	$F(1, 52)=1.66, p=.20, \eta_p^2=.03$	$F(1, 52)=5.53, p=.02, \eta_p^2=.10$
	t4	5.04 (0.65) 4.66 (1.32)	$F(1, 52)=0.13, p=.73, \eta_p^2=.00$	
Initiierung von Eco-Drive <sup>4</sup>	ZP Gruppe 1 n=17			
	Gruppe 2 & 3 n=36			
	t3	4.84 (1.36) 4.78 (1.12)	$F(1, 51)=2.95, p=.09, \eta_p^2=.06$	$F(1, 51)=2.59, p=.11, \eta_p^2=.05$
	t4	5.41 (0.43) 4.80 (1.26)	$F(1, 51)=1.40, p=.24, \eta_p^2=.03$	T-test Unterschied zwischen den Gruppen zu t3 $t(60.52) = 2.85, p < 0.05, d = 0.81$
Etablierung von Eco-Drive <sup>3</sup>	ZP Gruppe 1 n=17			
	Gruppe 2 & 3 n=36			
	t3	3.71 (1.28) 4.03 (1.27)	$F(1, 51)=5.57, p=.02, \eta_p^2=.10$	$F(1, 51)=11.27, p=.00, \eta_p^2=.18$
	t4	4.53 (1.09) 3.89 (1.43)	$F(1, 51)=0.20, p=.66, \eta_p^2=.00$	

<sup>3</sup> Levene Test nicht signifikant / <sup>4</sup> Levene Test signifikant

- G. Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanztests der Fahr- und Lärmdaten  
 G1 Fahr- und Lärmdaten: Ergebnisse der Mixed Model ANOVA für Gruppe 1 vs. Gruppe 2 & 3

		Mittelwerte (Standardabweichung)			Signifikanztests und Effektstärken der Varianzanalysen			
		Gruppe 1 n=16	Gruppe 2 & 3 n=23		Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe	
<b>Kraftstoffverbrauch l/100 km<sup>1,3</sup></b>	<b>ZP</b>							
	<b>t1</b>	8.73 (2.10)	7.55 (1.96)	$F(2,74)=1.83, p=.17, \eta_p^2=.05$	$F(1,37)=3.44, p=.07, \eta_p^2=.08$	$F(2,74)=.11, p=.90, \eta_p^2=.00$	<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1,37)=.01, p=.93, \eta_p^2=.00$	<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1,37)=.12, p=.73, \eta_p^2=.00$
	<b>t2</b>	8.44 (2.28)	7.30 (1.83)					
<b>Kraftstoffverbrauch l/h<sup>1,3</sup></b>	<b>ZP</b>							
	<b>t1</b>	2.46 (.53)	2.12 (.56)	$F(2,74)=1.90, p=.16, \eta_p^2=.05$	$F(1,37)=4.14, p=.05, \eta_p^2=.10$	$F(2,74)=.54, p=.59, \eta_p^2=.01$	<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1,37)=.10, p=.76, \eta_p^2=.00$	<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1,37)=1.83, p=.51, \eta_p^2=.01$
	<b>t2</b>	2.38 (.57)	2.07 (.55)					
<b>Drehzahl<sup>1,3</sup></b>	<b>ZP</b>							
	<b>t1</b>	1557 (201.00)	1493 (196.52)	$F(2,74)=13.15, p=.00, \eta_p^2=.26$	$F(1,37)=.17, p=.68, \eta_p^2=.00$	$F(2,74)=6.38, p=.00, \eta_p^2=.15$	<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1,37)=9.24, p=.00, \eta_p^2=.2$	<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1,37)=.47, p=.50, \eta_p^2=.01$
	<b>t2</b>	1434 (128.43)	1468 (198.49)					
<b>Ruckartigkeit<sup>1,3</sup></b>	<b>ZP</b>							
	<b>t1</b>	.44 (.10)	.40 (.11)	$F(2,56)=.32, p=.73, \eta_p^2=.01$	$F(1,28)=.58, p=.45, \eta_p^2=.02$	$F(2,56)=1.16, p=.32, \eta_p^2=.04$	<b>Kontrast t1 vs. t2</b> $F(1,28)=1.66, p=.21, \eta_p^2=.06$	<b>Kontrast t1 vs. t3</b> $F(1,28)=.07, p=.79, \eta_p^2=.00$
	<b>t2</b>	.42 (.09)	.41 (.10)					
<b>t3</b>	.44 (.08)	.40 (.12)						

- G. Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanztests der Fahr- und Lärmdaten  
 G1 Fahr- und Lärmdaten: Ergebnisse der Mixed Model ANOVA für Gruppe 1 vs. Gruppe 2 & 3

		Signifikanztests und Effektstärken der Varianzanalysen			
		Mittelwerte (Standardabweichung)			
		Gruppe 1 n=16	Gruppe 2 & 3 n=20	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe
<b>Durchschnittliche Verzögerung mit Bremse<sup>1,3</sup></b>	<b>t1</b>	.99 (.13)	1.04 (.15)	F (2,68)=3.67, p=.03, $\eta_p^2 = .10$	F (2,68)=.31, p=.74, $\eta_p^2 = .01$
	<b>t2</b>	.96 (.11)	1.02 (.16)		<b>Kontrast t1 vs. t2</b> <b>Kontrast t1 vs. t3</b>
	<b>t3</b>	1.02 (.12)	1.05 (.18)		F (1,34)=.29, p=.59, $\eta_p^2 = .01$ F (1,34)=.41, $\eta_p^2 = .00$
		Gruppe 1 n=16	Gruppe 2 & 3 n=23	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe
<b>Prozentuale Fahrzeit mit Schubabschaltung<sup>2,3</sup></b>	<b>t1</b>	15.95 (17.03)	22.64 (19.95)	F (1,76,74)=1.42, p=.25, $\eta_p^2 = .04$	F (1,76,74)=.68, p=.49, $\eta_p^2 = .02$
	<b>t2</b>	14.77 (18.26)	19.30 (16.93)		<b>Kontrast t1 vs. t2</b> <b>Kontrast t1 vs. t3</b>
	<b>t3</b>	16.40 (19.81)	20.05 (19.08)		F (1,37)=.69, p=.41, $\eta_p^2 = .02$

<sup>1</sup> Mauchly Test nicht signifikant / <sup>2</sup> Mauchly Test signifikant, deshalb Huynh-Feldt Korrektur angewandt / <sup>3</sup> Levene Test nicht signifikant / <sup>4</sup> Levene Test signifikant

## G2 Fahr- und Lärmdaten: Ergebnisse der Mixed Model ANOVA für Gruppe 2 vs. Gruppe 1 &amp; 3

		Mittelwerte (Standardabweichung)				Signifikanztests und Effektstärken der Varianzanalysen			
ZP		Gruppe 2 n=8	Gruppe 1 & 3 n=15	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe			
<b>Kraftstoffverbrauch l/100 km<sup>1,3</sup></b>	t3	7.06 (1.35)	8.22 (1.83)	F (2,42)=28, p=.76, $\eta_p^2=0.01$	F (1, 21)=3.33, p=.08, $\eta_p^2=.14$	F (2, 42)=1.42, p=.25, $\eta_p^2=.06$	<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>		
	t4	6.9 (1.51)	8.70 (1.66)				F (1, 21)=2.28, p=.15, $\eta_p^2=.10$ F (1, 21)=.00, p=.97, $\eta_p^2=.00$		
	t5	7.14 (1.94)	8.32 (2.20)						
ZP		Gruppe 2 n=8	Gruppe 1 & 3 n=15	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe			
<b>Kraftstoffverbrauch l/h<sup>1,4</sup></b>	t3	1.96 (.36)	2.24 (.50)	F (2,42)=355, p=.70, $\eta_p^2=0.02$	F (1,21)=3.05, p=.09, $\eta_p^2=.13$	F (2,42)=1.45, p=.24, $\eta_p^2=.06$	<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>		
	t4	1.93 (.35)	2.34 (.45)				F (1,21)=2.95, p=.10, $\eta_p^2=.12$ F (1,21)=.13, p=.72, $\eta_p^2=.00$		
	t5	1.96 (.41)	2.26 (.51)						
ZP		Gruppe 2 n=8	Gruppe 1 & 3 n=15	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe			
<b>Drehzahl<sup>1,3</sup></b>	t3	1460 (117.33)	1468 (184.27)	F (2,42)=92, p=.41, $\eta_p^2=.04$	F (1,21)=.47, p=.50, $\eta_p^2=.02$	F (2,42)=2.14, p=.13, $\eta_p^2=.09$	<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>		
	t4	1414 (131.47)	1478 (179.77)				F (1,21)=4.50, p=.05, $\eta_p^2=.18$ F (1,21)=2.62, p=.12, $\eta_p^2=.11$		
	t5	1409 (143.66)	1479 (174.30)						
ZP		Gruppe 2 n=8	Gruppe 1 & 3 n=14	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe			
<b>Ruckartigkeit<sup>1,3</sup></b>	t3	.40 (.11)	.43 (.08)	F (2,40)=60, p=.55, $\eta_p^2=.03$	F (1,20)=.97, p=.34, $\eta_p^2=.05$	F (2,40)=.81, p=.45, $\eta_p^2=.04$	<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>		
	t4	.37 (.12)	.43 (.11)				F (1,20)=1.12, p=.30, $\eta_p^2=.05$ F (1,20)=.05, p=.83, $\eta_p^2=.00$		
	t5	.38 (.11)	.42 (.09)						

<sup>1</sup> Mauchly Test nicht signifikant / <sup>2</sup> Mauchly Test signifikant, deshalb Huynh-Feldt Korrektur angewandt / <sup>3</sup> Levene Test nicht signifikant / <sup>4</sup> Levene Test signifikant

G2 Fahr- und Lärmdaten: Ergebnisse der Mixed Model ANOVA für Gruppe 2 vs. Gruppe 1 & 3

		Signifikanztests und Effektstärken der Varianzanalysen				
Mittelwerte (Standardabweichung)						
ZP	Gruppe 2 n=7	Gruppe 1 & 3 n=13	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe	
Durchschnittliche Verzögerung mit Bremse <sup>2,4</sup>	t3	.98 (.17)	1.05 (.10)	$F(1,46,36)=60, p=.50, \eta_p^2=.03$	$F(1,18)=.75, p=.40, \eta_p^2=.04$	$F(1,46,36)=2.82, p=.09, \eta_p^2=.14$
	t4	1.06 (.49)	1.00 (.11)			<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>
	t5	1.02 (.13)	1.02 (.29)			$F(1,18)=1.65, \eta_p^2=.08$ $F(1,18)=3.12, p=.09, \eta_p^2=.15$
Prozentuale Fahrzeit mit Schubschaltung <sup>1,3</sup>						
ZP	Gruppe 2 n=8	Gruppe 1 & 3 n=15	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe	
t3	13.92 (14.27)	11.47 (11.40)	$F(2,42)=2.48, p=.10, \eta_p^2=.11$	$F(1,21)=.31, p=.58, \eta_p^2=.01$	$F(2,42)=2.00, p=.15, \eta_p^2=.09$	
t4	14.66 (14.03)	12 (13.95)				<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>
t5	16.89 (17.43)	11.77 (15.08)			$F(1,21)=.02, p=.88, \eta_p^2=.00$ $F(1,21)=2.24, p=.15, \eta_p^2=.10$	
Prozentuale Fahrzeit über 60 dB <sup>1,3</sup>						
ZP	Gruppe 2 n=7	Gruppe 1 & 3 n=13	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe	
t3	.09 (.08)	.09 (.08)	$F(2,36)=1.92, p=.16, \eta_p^2=.10$	$F(1,18)=.11, p=.75, \eta_p^2=.01$	$F(2,36)=3.93, p=.03, \eta_p^2=.18$	
t4	.05 (.07)	.09 (.07)				<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>
t5	.08 (.06)	.08 (.06)			$F(1,18)=4.53, \eta_p^2=.20$ $F(1,18)=.08, p=.79, \eta_p^2=.00$	
Gemittelter Summenpegel des Motorengeräuschs <sup>2,3</sup>						
ZP	Gruppe 2 n=7	Gruppe 1 & 3 n=13	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe	
t3	54.40 (3.49)	54.27 (3.23)	$F(1,73,36)=.79, p=.45, \eta_p^2=.04$	$F(1,18)=.02, p=.88, \eta_p^2=.00$	$F(1,73,36)=.93, p=.39, \eta_p^2=.05$	
t4	53.88 (3.67)	54.20 (3.22)				<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>
t5	53.98 (3.84)	54.48 (3.07)			$F(1,18)=1.16, p=.30, \eta_p^2=.06$ $F(1,18)=2.51, p=.13, \eta_p^2=.12$	
Maximalpegel des Motorengeräuschs <sup>2,3</sup>						
ZP	Gruppe 2 n=7	Gruppe 1 & 3 n=13	Haupteffekt Zeit	Haupteffekt Gruppe	Interaktion Zeit x Gruppe	
t3	63.47 (3.31)	64.11 (3.13)	$F(1,29,36)=1.22, p=.29, \eta_p^2=.06$	$F(1,18)=.53, p=.47, \eta_p^2=.03$	$F(1,29,36)=.46, p=.55, \eta_p^2=.02$	
t4	62.94 (3.63)	64.08 (3.80)				<b>Kontrast t3 vs. t4</b> <b>Kontrast t3 vs. t5</b>
t5	63.55 (3.06)	65.43 (5.31)			$F(1,18)=.74, p=.40, \eta_p^2=.04$ $F(1,18)=.74, p=.40, \eta_p^2=.04$	

<sup>1</sup> Mauchly Test nicht signifikant / <sup>2</sup> Mauchly Test signifikant, deshalb Huynh-Feldt Korrektur angewandt / <sup>3</sup> Levene Test nicht signifikant / <sup>4</sup> Levene Test signifikant



CDE Working Papers bieten ExpertInnen als Forschung, Entwicklung und Politik Einsichten zu relevanten Fragen zur nachhaltigen Entwicklung.

**Anhang zu:**

Moser S, Fischer M, Lauper E, Hammer T, Kaufmann-Hayoz R. 2015. *Mit Eco-Drive gegen Strassenlärm. Evaluation eines Interventionsprogramms zur Förderung eines leisen Fahrstils*. CDE Working Paper 2. Bern, Schweiz: Centre for Development and Environment (CDE) and Bern Open Publishing (BOP). <http://boris.unibe.ch/id/eprint/66913>