

Literaturlauswertung und nationale Festlegungen zum Model der Geräuschemissionen von Straßen in CNOSSOS-EU

Wolfram Bartolomaeus

24.07.2017

(korrigierte Fassung vom 22.06.2018)

Literaturlauswertung

EU Kommission [1, 2]

Die Direktive 2015/996 enthält das Model CNOSSOS-EU, dass ab 2019 verbindlich bei der Lärmkartierung angewendet werden muss.

Die volle Beschreibung der Methode wurde in den Text der Direktive eingebettet. Dadurch wird wenig Spielraum für Interpretationen gegeben.

Genauigkeit: Alle Eingabewerte, die den Emissionspegel einer Schallquelle beeinflussen müssen mindestens mit einer Genauigkeit von ± 2 dB(A) bestimmt werden (alle anderen Parameter bleiben unverändert).

Es ist möglich, dass einige Mitgliedstaaten der Europäischen Union die Bestimmung der Genauigkeit detaillierter beschreiben möchten.

Mindestens vier Fahrzeugkategorien und z.B. Typ und Alter der Straßenoberfläche sind zu berücksichtigen.

Anmerkung: Die Emission von Motorrädern (Kategorie 4) beruht nur auf dem Antriebsgeräusch. Eine Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen ist daher nicht erforderlich.

Implementierung [3]

Existierende nationale Daten müssen in ein neues Format umgewandelt werden oder neu erhoben werden.

Unter bestimmten Voraussetzungen können Daten für neue Fahrzeugkategorien erstellt werden. Dies betrifft dann auch die Faktoren A und B.

Als Referenzoberfläche wird eine virtuelle Oberfläche, gemittelt aus Asphaltbeton 0/11 und Splittmasixasphalt 0/11 verwendet, die zwischen 2 und 7 Jahren alt ist und sich in einem repräsentativen Zustand befindet. Das Alter der Straße wird nicht weiter berücksichtigt.

Im Fall poröser Oberflächen mindern die Koeffizienten $\alpha_{i,m}$ das Antriebsgeräusch. Eine Referenztabelle für 14 Niederländische Straßenoberflächen beinhaltet die Koeffizienten $\alpha_{i,m}$ und β und ordnet die nationalen Beläge zu. Mitgliedstaaten, die für ihre Oberflächen eigene Daten verwenden möchten, können diese ergänzen.

Das Konzept zur Übertragung nationaler Daten beinhaltet das Konzept der ähnlichen Änderung des Ergebnisses bei ähnlicher Änderung der Eingangsdaten. Die Unterschiede zwischen den Emissionspegeln unterschiedlicher Oberflächen sollte auch in den nationalen Verfahren ähnlich sein.

Finnland [4, 5]

Finnland wird schon 2017 das CNOSSOS-EU Model bei der Lärmkartierung anwenden. Die Bestimmung der Koeffizienten Alpha und Beta für Straßenoberflächen war zunächst nicht gelöst.

Zentrale Frage: Wie viel Spielraum im Prozess wird den Mitgliedstaaten eingeräumt, ihre eigenen Prozeduren zur Ermittlung der Eingangsdaten zu verwenden, wenn dadurch das Endergebnis nicht signifikant verändert wird? Eine Änderung der Eingangsparameter im Emissionsmodel darf das Rechenergebnis um nicht mehr als 2 dB ändern. Die wichtigen Werte des CNOSSOS-EU Modells sollten auf die nationalen Bedingungen und Werte angepasst werden. Eine nationale Korrektur der Straßenoberfläche ist evtl. nicht genug; Eine Korrektur der Faktoren A und B sollte ebenfalls in Betracht gezogen werden. Während des Frühjahrs 2016 soll ein neuer Bericht über Geräuschemissionen vom Technical Research Institute of Sweden (SP) veröffentlicht.

Hauptfrage: Reicht es, eine nationale Oberflächenkorrektur zu verwenden oder sollten auch die Faktoren A und B für Roll- und Antriebsgeräusch national angepasst werden?

Es wird eine Anpassung der Faktoren A und B für das Rollgeräusch von leichten Fahrzeugen der Kategorie 1 aus Messungen des Sound Exposure Level, SEL beschrieben.

CNOSSOS-EU zu leise (ca. 2 dB bei 120 km/h); Geschwindigkeitsabhängigkeit zu gering.

Es wird eine Anpassung der Faktoren A und B für das Antriebsgeräusch von schweren Fahrzeugen der Kategorie 2 aus Messungen des SEL beschrieben.

CNOSSOS-EU viel zu leise (ca. 5 dB bei 90 km/h für Kategorien 2 und 3);

Geschwindigkeitsabhängigkeit zu gering.

Schweden [6, 7]

Es besteht der Wille, das Nordic prediction model von 1996 anzupassen. Das Quellenmodell basiert auf Terzbändern während bei CNOSSOS-EU Oktavbänder verwendet werden und unterscheidet Roll- und Antriebsgeräusche. Default-Werte für eine typische Europäische Fahrzeugflotte auf einer Referenzoberfläche ist verfügbar. Nationale Korrekturen müssen für repräsentative Pegel ermittelt werden.

Das Ausbreitungsmodell von CNOSSOS-EU basiert auf dem Model der ISO 9613-2 und nimmt eine unkorrelierte (inkohärente) Addition des direkten mit dem am Boden reflektierten Schall an. Die Bodenreflexion erhöht den Pegel nahe an der Straße um 3 dB gemäß CNOSSOS-EU, während es gemäß Nord2000 bei niedrigen Frequenzen 6 dB sind. Bei hohen Frequenzen variiert der Wert, ist aber auf 6 dB begrenzt. Dies muss beim Anpassen von Emissionsmodellen berücksichtigt werden.

Gemäß NT ACOU 109 und NT ACOU 117 wird der Emissionspegel als Sound Exposure Level, SEL eines Fahrzeuges in 7,5 m Entfernung für eine Vorbeifahrtstrecke von 75 m durch Integration ermittelt. Aus einer Messkampagne in 2015 werden neue Korrekturen für den Parameter a_R der Nord2000 Road vorgeschlagen. Das Model Nord2000 Road scheint das Antriebsgeräusch (gegenüber den neuen Messungen) zu überschätzen. Für alle Fahrzeugkategorien wird daher eine Korrektur für a_p von -3 dB in allen Terzbändern vorgeschlagen. Weitere Messungen sind erforderlich.

Nord2000 mit den Dänischen Default-Werten liegen für Fahrzeuge der Kategorie 1 in 10 m Entfernung bei 110 km/h um ca. 5 dB über den Werten von CNOSSOS-EU. Anpassung der Koeffizienten α und β der Straßenoberflächenkorrektur durch Minimierung der Differenz im A-bewerteten SEL in 10 m Entfernung führt unter der Annahme, dass die Koeffizienten nicht frequenzabhängig sind zu (hohen) Werten. Die Regression erfolgte im Geschwindigkeit von 70 km/h und mehr. Mit dieser Korrektur werden die Werte von CNOSSOS-EU zufriedenstellend erreicht.

Anmerkungen:

Die Modelle Nord2000 Road und CNOSSOS-EU sind im Emissions- und Ausbreitungsteil sehr unterschiedlich (kohärent vs. energetisch). Der SEL berücksichtigt die Richtcharakteristik, die bei Pkw bei 3,3 dB liegt (Bartolomaeus DAGA 2010).

Deutschland [8, 9]

Ein Vergleich der Emissionsmodelle der RLS-16 und von CNOSSOS-EU zeigt, dass für die drei Fahrzeugkategorien Pkw sowie leichte und schwere Lkw beim Model der RLS-16 bei einem dem Referenzbelag von CNOSSOS vergleichbaren Belag zum Teil erhebliche höhere Pegel berechnet werden.

Für zwei Fahrbahnoberflächen (SMA und OPA) und zwei Fahrzeugtypen (Pkw und schwere Lkw) werden nationalen Korrekturkoeffizienten α und β angegeben. Die spektrale nichtlineare quadratische Näherung gibt nur für Pkw auf SMA zufriedenstellende Ergebnisse. Daher wird vorgeschlagen, auch die Faktoren A und B national anzupassen.

Österreich [10]

In einem ersten Schritt wurden die Emissionen der Kreuzreferenztafel mit den nationalen verglichen. SMA-0/8 wird für Pkw bei 100 km/h um ca. 3 dB lauter ermittelt als der Belag NL05 bei CNOSSOS-EU. Für Lkw ist der Unterschied noch größer. Das erscheint nicht akzeptabel.

Die Richtlinien für die Konvertierung von nationalen Emissionsdaten in CNOSSOS-EU Daten lässt sich anwenden. Im Prinzip wird aus den nationalen Emissionspegeln mit der nationalen Ausbreitungsmethode die Immission an einem z.B. 30 m entfernten Ort berechnet. Durch umgekehrte Ausbreitung mit CNOSSOS-EU erhält man die Schallleistungspegel von CNOSSOS-EU. Für jede Oktave des Spektrums erhält man so eine Regressionsgerade mit den gesuchten Koeffizienten α und β . Wenn die Randbedingungen für die Ausbreitung in beiden Modellen gleich sind, z.B. die Reflexion am Boden ist im Emissionspegel schon enthalten, lässt sich die Methode vereinfachen. Das betrifft z.B. den Absorptionsgrad der Straße (**Vorsicht beim OPA!**).

Zu berücksichtigen ist die generelle Temperaturkorrektur in Österreich von 10°C Jahresmittelwert gegenüber CNOSSOS-EU mit 20°C.

Für Pkw wird für Asphaltbeton eine Genauigkeit von 0,2 dB im Geschwindigkeitsbereich von 50 km/h bis 130 km/h erreicht.

Schlussfolgerungen aus der Literatur

Die Frage, was von den Mitgliedstaaten geändert werden darf und was nicht ist an die Vorgaben für die Genauigkeit gekoppelt.

Abweichungen um mehr als 2 dB(A) im Endergebnis sind zu korrigieren.

Das bedeutet im Umkehrschluss, das Teilergebnisse in einzelnen Oktaven um mehr als 2 dB abweichen dürfen. Default-Werte dürfen verwendet werden, wenn die Abweichung im Endergebnis nicht größer als 2 dB(A) beträgt.

Es sind drei Anpassung der Eingangsdaten für das Emissionsmodell von CNOSSOS-EU möglich:

- I. *Verwendung der Kreuzreferenztable*
- II. *Einführung neuer nationaler Korrekturkoeffizienten α und β*
- III. *Einführung neuer nationaler Faktoren A und B*

Zu I.

Für die nationalen Straßenoberflächen wurde in einer Kreuzreferenztable der Bezug zu Niederländischen Straßenoberflächenkorrekturen erstellt. Zu prüfen ist, ob die daraus resultierenden Abweichung das 2 dB-Kriterium erfüllen.

Zu II.

Sind die nationalen Straßenbeläge nicht in der Kreuzreferenztable enthalten, oder erfüllen die Abweichungen nicht das 2 dB-Kriterium, dann sind nationaler Korrekturkoeffizienten α und β . Möglich ist auch eine Kombination der Kreuzreferenztable mit zusätzlichen nationalen Korrekturkoeffizienten α und β . So bleibt die spektrale Korrektur der Kreuzreferenztable erhalten. Dies entspricht in etwa dem Schwedischen Weg. Vorteil wäre hier, dass keine Annahmen über Spektren von Straßenbelägen getroffen werden müssen, die in der internationalen Methode überhaupt nicht vorkommen.

Zu III.

Die Einführung neuer nationaler Faktoren A und B, wie Finnland das vorschlägt, erscheint rechtlich nicht möglich zu sein und wird daher nicht weiter betrachte. Die nationaler Korrekturkoeffizienten α und β sind dann aber z.T. hoch, höher als bei der Kreuzreferenztable.

Weitere Punkte:

- Als nationale Methode in Deutschland werden die RLS-17¹ angenommen. Neue Datenerhebungen sind nicht erforderlich.
- Sind für Fahrzeuge der Kategorie 4 (Motorräder) Festlegungen erforderlich?
- Wie verhalten sich SEL und Richtwirkung?
- Ist eine Anpassung der Emission von Lkw doch erforderlich?
- Wie lässt sich der OPA implementieren?
- Der Jahresmittelwert von 10°C ist zu berücksichtigen.

¹ Stand 18. April 2017

Weitere Festlegungen:

- Als mittlere Geschwindigkeit können die auf Schildern angegebenen Geschwindigkeiten bzw. 140 km/h für Pkw auf Autobahnen, 90 km/h für Lkw auf Autobahnen, 80 km/h für Lkw Außerorts und 50 km/h für alle Fahrzeuge Innerorts verwendet werden.
- Da für Geschwindigkeiten unter 20 km/h keine Daten vorliegen werden die für 30 km/h verwendet.

Literatur

- [1] COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/996 vom 19. Mai 2015.
- [2] Paviotti, M.; Kephelopoulos, S.: The Main new Requirements of the Commission Directive 996/205, International Congress on Sound & Vibration, ICSV23, Athen 10.-14. Juli 2016.
- [3] Shilton, S.; Anfosso Lédée, F.; Leeuwen, H. van: Conversion of existing road source data to use CNOSSOS-EU, EURONOISE 2015, Maastricht 31. Mai - 3 Juni 2015.
- [4] Kokkonen, J.; Kontkanen, O.: CNOSSOS-EU Noise Model Implementation in Finland, Baltic-Nordic Acoustic Meeting, BNAM, Stockholm 20.-22. Juni 2016.
- [5] Larsson, K.: A comparison and update of NORD2000 Road and CNOSSOS-EU road emission model in Sweden, Baltic-Nordic Acoustic Meeting, BNAM, Stockholm 20.-22. Juni 2016.
- [6] Maijala, P.; Kokkonen, J.; Kontkanen, O.: CNOSSOS-EU Sensitivity to Meteorological and to Some Initial Value Changes, INTER-NOISE 2016, Hamburg 21.-24. August 2016.
- [7] Larsson, K.: Update road traffic noise emission models in Sweden, INTER-NOISE 2016, Hamburg 21.-24. August 2016.
- [8] Müller, J.; Bartolomaeus, W.: Comparison between German Road Traffic Noise Calculation Method and new Common Noise Assessment Methods, EURONOISE 2015, Maastricht 31. Mai - 3 Juni 2015.
- [9] Bartolomaeus, W.: Conversion of National Road Emission Data into CNOSSOS-EU, International Congress on Sound & Vibration, ICSV23, Athen 10.-14. Juli 2016.
- [10] Lechner, Ch.; Kirisitis, Ch.: The Translation of the Austrian National Road Emission Data to the Revision of Annex II of the European Environmental Noise Directive 2002/49/EC, INTER-NOISE

Nationale Festlegungen

Überprüfung der Vollständigkeit der Kreuzreferenztabelle

Der Anhang 10 des Leitfadens für die Zuordnung existierender nationaler Straßenmethoden zum CNOSSOS-EU Straßenquellenmodell enthält auch Vorschläge für eine Zuordnung der Straßenbeläge der „RLS90 2006“ zu Niederländischen Belägen. Die getroffenen Zuordnungen sind z.T. inkorrekt und beziehen sich nicht auf die neu RLS-17, die bisher unveröffentlicht ist und derzeit in der Version 5.5 vom 22. Juni 2016 vorliegt. In der Tabelle 1 sind neben dem Vorschlag von Extrium auch die verwendete Zuordnung angegeben, ebenso wie der gültige Geschwindigkeitsbereich für Pkw und Lkw.

Tabelle 1: Zuordnung der Deckschichttypen der RLS-17, Version 6.1 vom 18 April 2017 zu den niederländischen Belägen von CNOSSOS-EU

Straßendeckschichttyp RLS-17, Version 6.1 vom 18. April 2017	Kat. DE	Geschwindigkeit Pkw / Lkw	Kat. NL Vorschlag	Kat. NL Verwendet
Nicht geriffelter Gussasphalt (nationale Referenz)	DE00	30 - 140 km/h 30 - 90 km/h	NL05	0
Splittmastixasphalte SMA 5 und SMA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	DE01	30 - 60 km/h 30 - 60 km/h	NL13	NL04
Splittmastixasphalte SMA 8 und SMA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	DE02	70 - 140 km/h 70 - 90 km/h	NL13	NL05
Asphaltbetone ≤ AC 11 nach ZTV Asphalt-StB 07 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	DE03	30 - 60 km/h 70 - 60 km/h	NL13	0
Asphaltbetone ≤ AC 11 nach ZTV Asphalt-StB 07 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	DE04	70 - 140 km/h 70 - 90 km/h	NL13	0
Offenporiger Asphalt aus PA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07	DE05	70 - 140 km/h 70 - 90 km/h	NL02	NL02
Offenporiger Asphalt aus PA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07	DE06	70 - 140 km/h 70 - 90 km/h	NL03	NL01
Betone nach ZTV Beton-StB 07 mit Waschbetonoberfläche	DE07	70 - 140 km/h 70 - 90 km/h	---	NL07
Lärmarmer Gussasphalt nach ZTV Asphalt -StB 07, Verfahren B	DE08	70 - 140 km/h 70 - 90 km/h	---	NL13
Pflaster mit ebener Oberfläche (Bild 1) mit $b \leq 5,0$ mm <u>und</u> $b+2f \leq 9,0$ mm	DE09	30 - 60 km/h 30 - 60 km/h	NL12	NL12
sonstiges Pflaster (Bild 1) mit $b > 5,0$ mm <u>oder</u> $f > 2,0$ mm <u>oder</u> Kopfsteinpflaster	DE10	30 - 60 km/h 30 - 60 km/h	NL10	NL11

Überprüfung des 2 dB-Kriteriums

Das 2 dB-Kriterium ist für alle Straßendeckschichttypen und Fahrzeugarten nicht erfüllt (siehe Emissionskurven im Anhang).

Es ist seit langem bekannt, dass die Emissionen von CNOSSOS-EU, insbesondere für die Lkw, zu niedrig angesetzt werden. Für SMA z.B. liegt die Emission für Pkw im gesamten Geschwindigkeitsbereich um 2 dB zu niedrig. Für leichte Lkw (Klasse $m=2$) liegt die Emission von CNOSSOS-EU um ca. 1 dB (bei 30 km/h) bis 6 dB (bei 90 km/h) zu niedrig. Bei schweren Lkw (Klasse $m=3$) betragen die Unterschiede zwischen 3 dB und 6 dB (siehe Bild 2 und Bild 3 im Anhang).

Dieser Unterschied kann nur durch eine Anpassung der Faktoren A und B behoben werden. Das aber ist im nationalen Alleingang nicht sinnvoll.

Einführung neuer nationaler Korrekturkoeffizienten α und β

Es wurde daher eine nationale Anpassung der Emissionskoeffizienten α_i und β durchgeführt. Ausgehend von den in Tabelle 1, letzte Spalte gewählten Belagskategorien „Kat. NL verwendet“ wurden für die deutschen Beläge je Fahrzeugart und Geschwindigkeitsbereich Anpassungen der Emissionskurven vorgenommen. Nach dem Vorschlag aus Schweden wurden dabei nationale Anpassungswerte auf die Emissionskoeffizienten α_i und β addiert bis die Emissionslinien der RLS-17 und von CNOSSOS-EU möglichst gut aufeinander lagen. Dazu wurde eine Minimierung der mittleren quadratischen Abweichung zwischen den Emissionsverläufen von CNOSSOS und den entsprechend national angepassten Emissionsverläufen durchgeführt. Als Stützstellen wurden im Abstand von jeweils 10 km/h die folgenden Geschwindigkeitsbereiche abgedeckt: Für Pkw (Kategorie $m=1$) im niedrigen Geschwindigkeitsbereich 30 km/h bis 60 km/h und im hohen Geschwindigkeitsbereich 70 km/h bis 140 km/h. Für leichte Lkw ($m=2$) und schwere Lkw ($m=3$) im niedrigen Geschwindigkeitsbereich 30 km/h bis 60 km/h und im hohen Geschwindigkeitsbereich 70 km/h bis 90 km/h. Die Korrektur der α_i erfolgte dabei pauschal, d.h. für jeden Oktav-Pegel gleich. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Koeffizienten α_i und β

Kat. DE	Fz	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8	β
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
DE00	m=1	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	-3,8
	m=2	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	7,5
	m=3	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	0,2
DE01	m=1	4,3	2,2	3,4	4,5	1,3	0,4	1,1	1,8	-1,0
	m=2	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	12,0
	m=3	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	-10,0
DE02	m=1	3,2	2,9	2,9	2,8	2,2	1,6	2,1	2,1	-3,4
	m=2	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	15,0
	m=3	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	17,0
DE03	m=1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	-1,5
	m=2	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	13,0
	m=3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	-5,0
DE04	m=1	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	-3,7
	m=2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	13,5
	m=3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	17,0
DE05	m=1	4,3	6,3	4,1	0,8	-0,3	-2,4	-0,9	1,9	-3,0
	m=2	10,8	10,6	9,7	5	4,1	4,1	5,7	6,7	18,7
	m=3	9,5	9,3	8,4	3,7	2,8	2,8	4,4	5,4	21,7
DE06	m=1	0,1	2,9	2,0	2,8	-1,7	-3,9	-3,0	0,1	-2,5
	m=2	7,2	7,7	8,1	5,9	1,1	1,7	3,3	4,9	23,2
	m=3	5,7	6,2	6,6	4,4	-0,4	0,2	1,8	3,4	26,7
DE07	m=1	2,0	1,5	2,8	3,2	3,3	0,7	0,2	0,4	-3,0
	m=2	8,8	10,1	7,4	7,9	7,5	6,7	7,4	7,4	15,4
	m=3	7,4	8,7	6,0	6,5	6,1	5,3	6,0	6,0	18,4
DE08	m=1	6,4	5,4	4,6	4,0	2,2	0,4	1,8	3,8	-3,0
	m=2	11,4	11,1	10,7	9,4	8,0	7,7	9,1	9,6	15,0
	m=3	10	9,7	9,3	8,0	6,6	6,3	7,7	8,2	17,5
DE09	m=1	17,8	16,3	15,2	12,8	8,1	4,0	7,0	9,9	4,3
	m=2	11,0	11,5	11,5	11,9	12,6	12,0	11,9	11,0	-2,0
	m=3	8,9	9,4	9,4	9,8	10,5	9,9	9,8	8,9	-12,2
DE10	m=1	17,9	17,5	15,3	12,7	12,7	8,4	10,3	10,1	2,2
	m=2	22,0	21,6	19,4	16,8	16,8	12,5	14,4	14,2	-3,6
	m=3	20,0	19,6	17,4	14,8	14,8	10,5	12,4	12,2	-12,6

Die Bezeichnungen der Beläge („DEXX“) sind in Tabelle 1 erläutert.

Die maximale auftretenden Abweichungen liegen in allen Fällen und für alle Geschwindigkeiten unter den maximal zulässigen Abweichungen von ± 2 dB(A) (siehe Anhang).

Anhang

Belag DE00

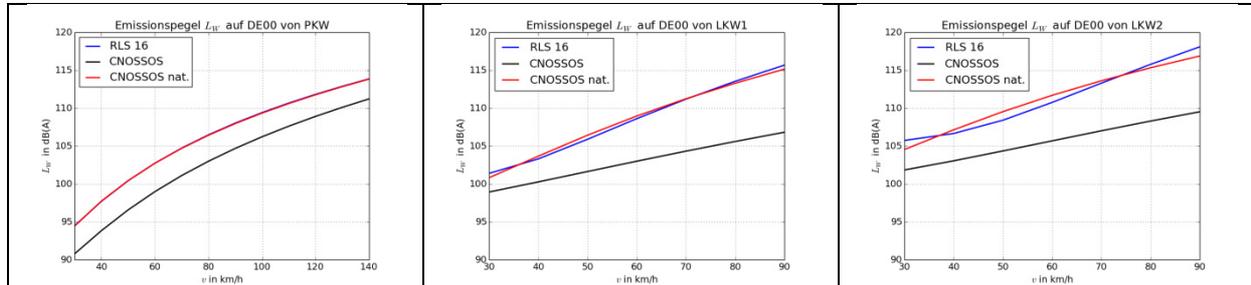


Bild 1: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE00.

Tabelle 3: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE00.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
30	94,5	94,4	0,0	101,4	100,8	-0,6	105,7	104,5	-1,2
40	97,7	97,7	0,0	103,3	103,7	0,4	106,7	107,1	0,5
50	100,4	100,5	0,0	105,9	106,4	0,5	108,4	109,5	1,1
60	102,7	102,7	0,0	108,6	109,0	0,3	110,8	111,7	0,9
70	104,7	104,7	0,0	111,2	111,2	0,1	113,3	113,6	0,3
80	106,5	106,4	-0,1	113,5	113,3	-0,2	115,8	115,3	-0,4
90	108,0	108,0	-0,1	115,7	115,1	-0,5	118,1	116,9	-1,2
100	109,4	109,4	-0,1						
110	110,7	110,6	-0,1						
120	111,8	111,8	-0,1						
130	112,9	112,8	0,0						
140	113,9	113,8	0,0						

Belag DE01

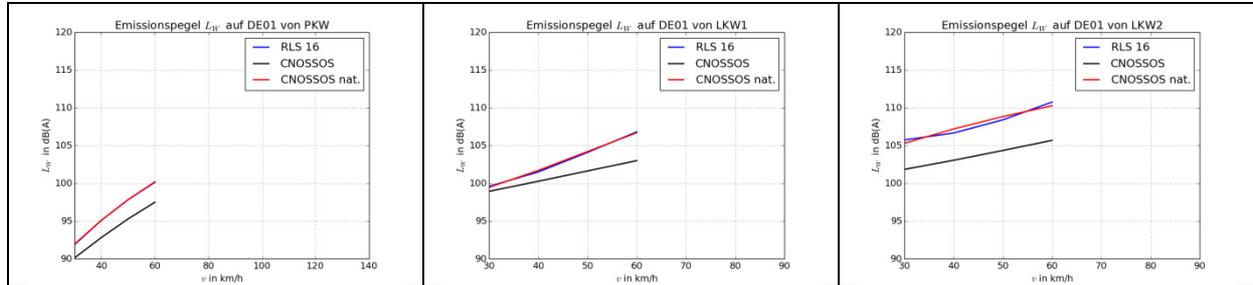


Bild 2: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE01.

Tabelle 4: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE01.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
30	91,9	92,0	0,1	99,6	99,5	-0,1	105,7	105,3	-0,4
40	95,1	95,1	0,0	101,5	101,7	0,2	106,7	107,2	0,5
50	97,8	97,9	0,0	104,1	104,2	0,1	108,4	108,8	0,4
60	100,1	100,2	0,1	106,8	106,7	-0,1	110,8	110,3	-0,5

Belag DE02

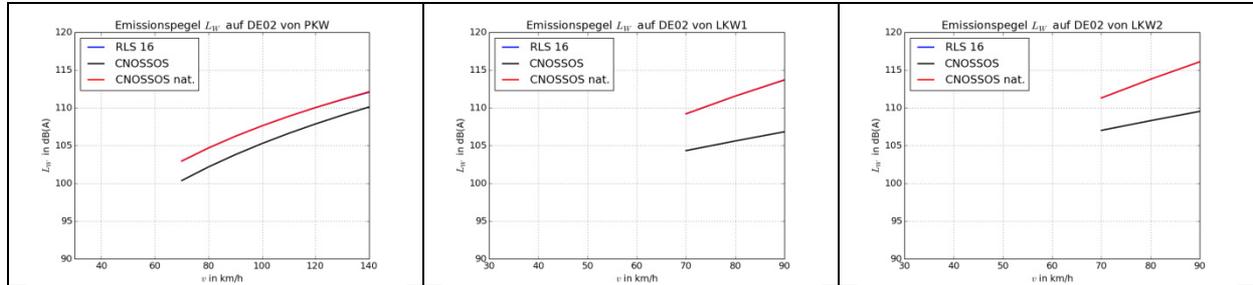


Bild 3: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE02.

Tabelle 5: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE02.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
70	102,9	103,0	0,0	109,2	109,2	0,0	111,3	111,3	0,0
80	104,7	104,7	0,0	111,5	111,6	0,0	113,8	113,8	0,0
90	106,2	106,2	0,0	113,7	113,7	0,0	116,1	116,1	0,0
100	107,6	107,6	0,0						
110	108,9	108,9	0,0						
120	110,0	110,0	0,0						
130	111,1	111,1	0,0						
140	112,1	112,1	0,1						

Belag DE03

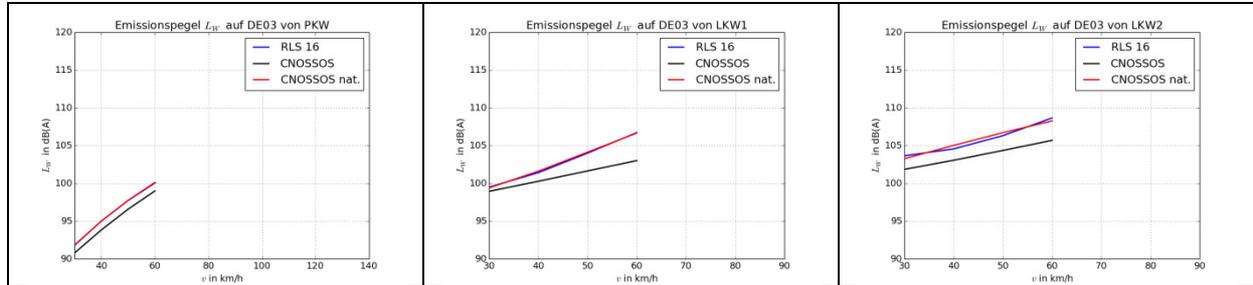


Bild 4: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE03.

Tabelle 6: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE03.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
30	91,8	91,8	0,0	99,5	99,4	-0,1	103,6	103,3	-0,4
40	95,0	95,0	0,0	101,4	101,6	0,2	104,6	105,0	0,5
50	97,7	97,8	0,0	104,0	104,1	0,1	106,3	106,7	0,4
60	100,0	100,1	0,1	106,7	106,7	-0,1	108,7	108,3	-0,4

Belag DE04

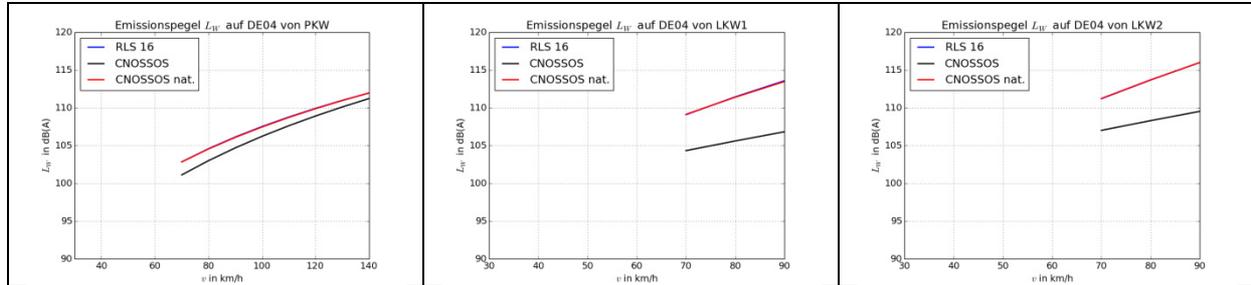


Bild 5: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE04.

Tabelle 7: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE04.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
70	102,8	102,8	0,0	109,1	109,1	0,0	111,2	111,2	0,0
80	104,6	104,5	0,0	111,4	111,4	0,0	113,7	113,7	0,0
90	106,1	106,1	-0,1	113,6	113,5	-0,1	116,0	116,0	0,0
100	107,5	107,5	-0,1						
110	108,8	108,7	-0,1						
120	109,9	109,9	0,0						
130	111,0	111,0	0,0						
140	112,0	112,0	0,0						

Belag DE05

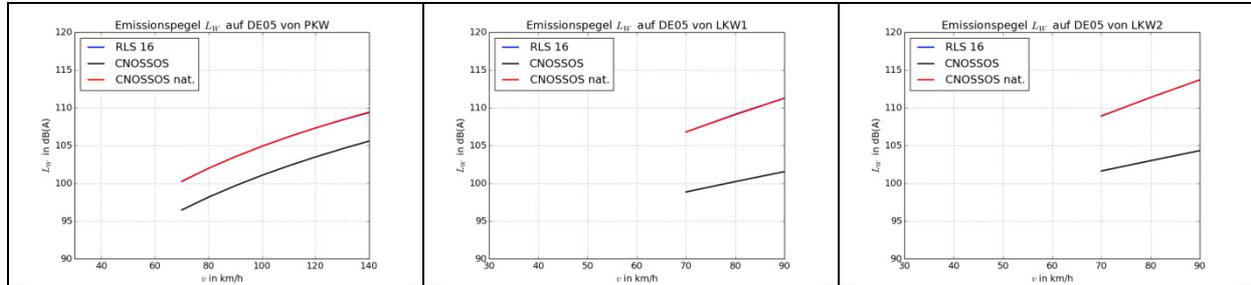


Bild 6: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE05.

Tabelle 8: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE05.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
70	100,2	100,3	0,0	106,8	106,8	0,0	108,9	108,9	0,0
80	102,0	102,0	0,0	109,1	109,1	-0,1	111,4	111,4	0,0
90	103,5	103,5	0,0	111,3	111,3	0,0	113,7	113,7	0,0
100	104,9	104,9	0,0						
110	106,2	106,2	0,0						
120	107,3	107,3	0,0						
130	108,4	108,4	0,0						
140	109,4	109,4	0,1						

Belag DE06

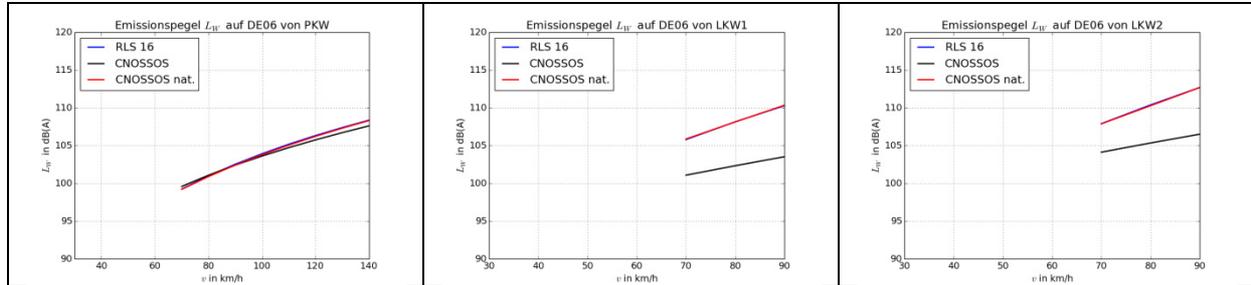


Bild 7: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE06.

Tabelle 9: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE06.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
70	99,2	99,2	0,0	105,8	105,9	0,1	107,9	107,9	0,0
80	101,0	100,9	-0,1	108,1	108,1	0,0	110,4	110,3	-0,1
90	102,5	102,4	-0,1	110,3	110,3	0,1	112,7	112,7	0,0
100	103,9	103,8	-0,1						
110	105,2	105,1	-0,1						
120	106,3	106,2	-0,1						
130	107,4	107,3	-0,1						
140	108,4	108,3	-0,1						

Belag DE07

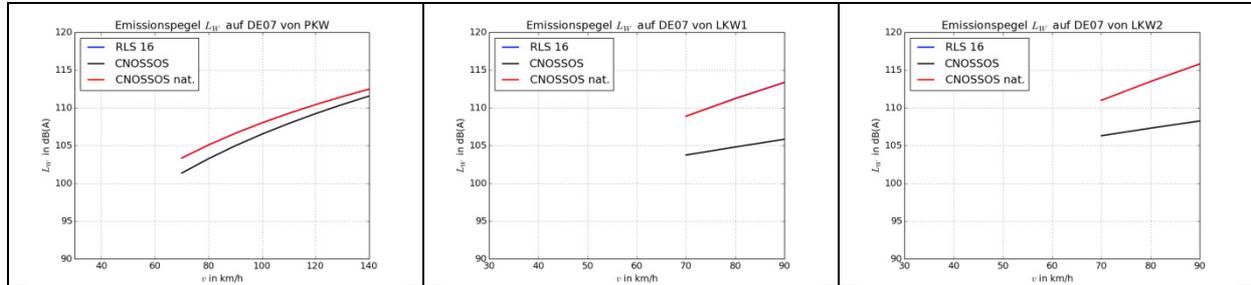


Bild 8: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE07.

Tabelle 10: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE07.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
70	103,3	103,4	0,0	108,9	108,9	0,0	111,0	111,0	0,0
80	105,1	105,1	0,0	111,2	111,2	0,0	113,5	113,5	0,0
90	106,6	106,6	0,0	113,4	113,3	0,0	115,8	115,8	0,0
100	108,0	108,0	0,0						
110	109,3	109,3	0,0						
120	110,4	110,4	0,0						
130	111,5	111,5	0,0						
140	112,5	112,5	0,0						

Belag DE08

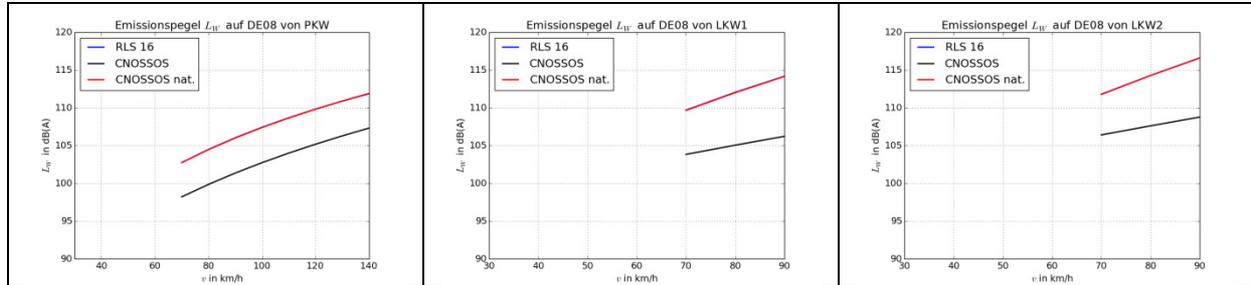


Bild 9: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE08.

Tabelle 11: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE08.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
70	102,7	102,7	0,0	109,7	109,7	0,0	111,8	111,8	0,0
80	104,5	104,5	0,0	112,0	112,0	0,0	114,3	114,3	0,0
90	106,0	106,0	0,0	114,2	114,2	0,0	116,6	116,6	0,0
100	107,4	107,4	0,0						
110	108,7	108,7	0,0						
120	109,8	109,8	0,0						
130	110,9	110,9	0,0						
140	111,9	111,9	0,0						

Belag DE09

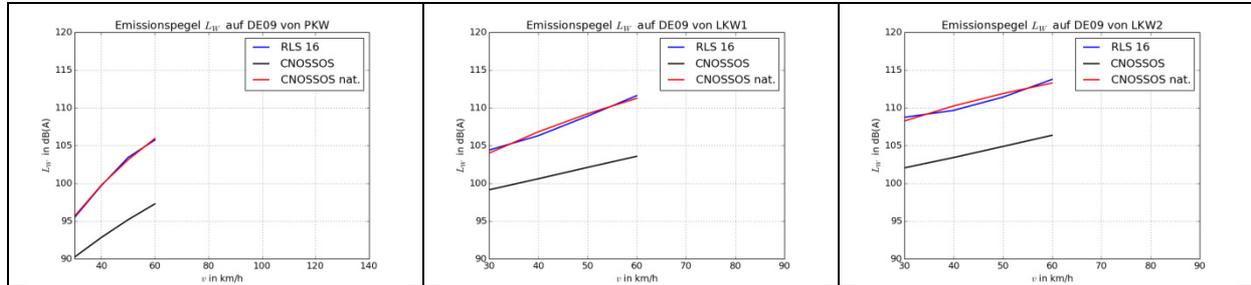


Bild 10: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE09.

Tabelle 12: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE09.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
30	95,5	95,7	0,2	104,4	104,0	-0,4	108,7	108,3	-0,5
40	99,7	99,8	0,1	106,3	106,8	0,5	109,7	110,2	0,6
50	103,4	103,1	-0,3	108,9	109,2	0,3	111,4	111,9	0,5
60	105,7	105,9	0,2	111,6	111,3	-0,4	113,8	113,3	-0,5

Belag DE10

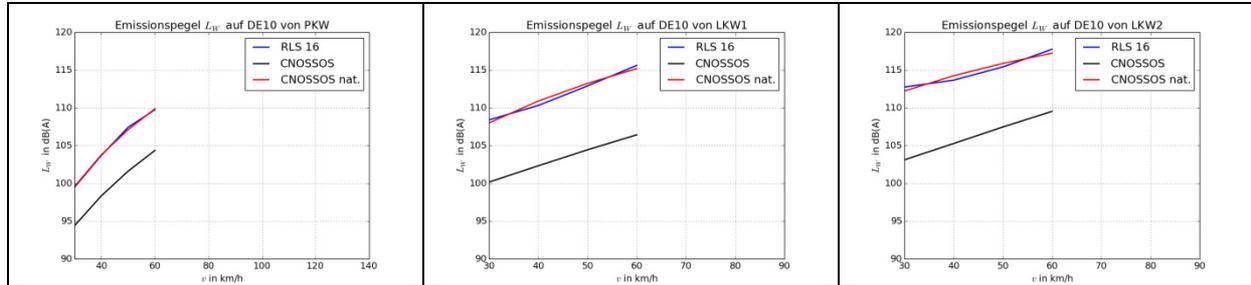


Bild 11: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw (m = 1), LKW1 (m = 2) und LKW2 (m = 3) auf dem Belag DE10.

Tabelle 13: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE10.

v	PKW: m = 1			LKW1: m = 2			LKW2: m = 3		
	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ	RLS-17	CNOSSOS	Δ
30	99,5	99,6	0,1	108,4	108,0	-0,4	112,7	112,2	-0,5
40	103,7	103,8	0,1	110,3	110,9	0,6	113,7	114,2	0,6
50	107,4	107,1	-0,3	112,9	113,2	0,3	115,4	115,9	0,5
60	109,7	109,9	0,1	115,6	115,2	-0,4	117,8	117,2	-0,5