

Emissionsmodell für Straßenverkehrslärm

Wolfram Bartolomaeus

Fachtagung zur
EU-Umgebungslärmkartierung
Nationale Berechnungsmethoden

18. September 2019 in Berlin

- ⇒ Historie der ULR
- ⇒ Emissionsmodelle
- ⇒ Von CNOSSOS-EU zur BUB
- ⇒ Datenbank für Straßenverkehr (BUB-D)
- ⇒ Testaufgaben zur BUB
- ⇒ Zusammenfassung / Ausblick

1996 2002 2006 2012 2015 2018

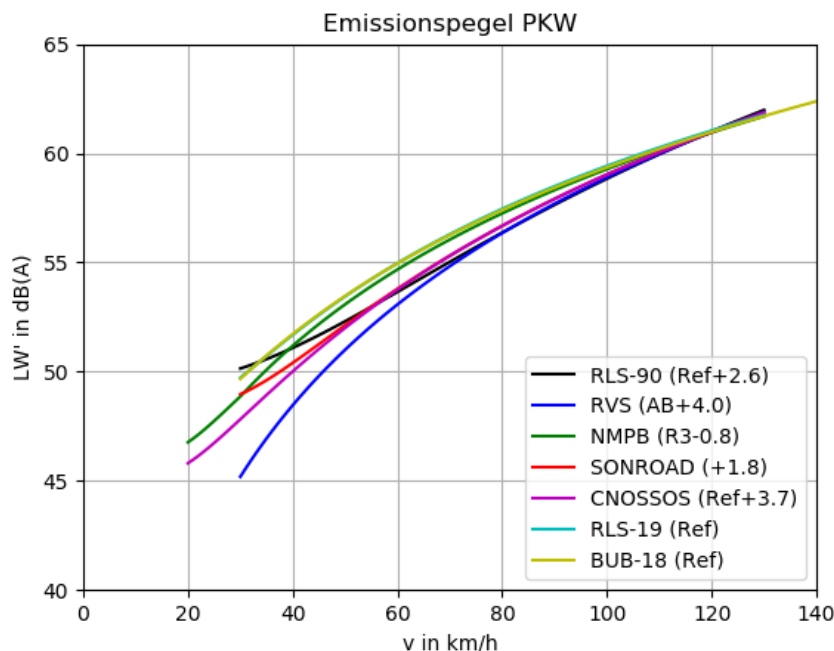
- 1996: Künftige Lärmschutzpolitik – Grünbuch der Europäischen Kommission
- 2002: Umgebungslärmrichtlinie – 2002/49/EG (ULR/END)
- 2006: Kartierungsverordnung – 34. BImSchV
- 2006: Vorläufige Berechnungsmethoden – VBUS, VBUSch, VBUI, VBUF
- 2012: Common Noise Assessment Methods in Europe – CNOSSOS-EU (JRC)
- 2015: Festlegung gemeinsamer Lärmbewertungsmethoden – Richtlinie (EU) 2015/996
- 2018: Berechnungsmethode für den Umgebungslärm bodennaher Quellen – BUB

W. Bartolomaeus: Umsetzung der Europäischen Umgebungslärmrichtlinien in Deutsches Recht, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 155, 2007.

Emissionspegel abhängig von der Geschwindigkeit für:

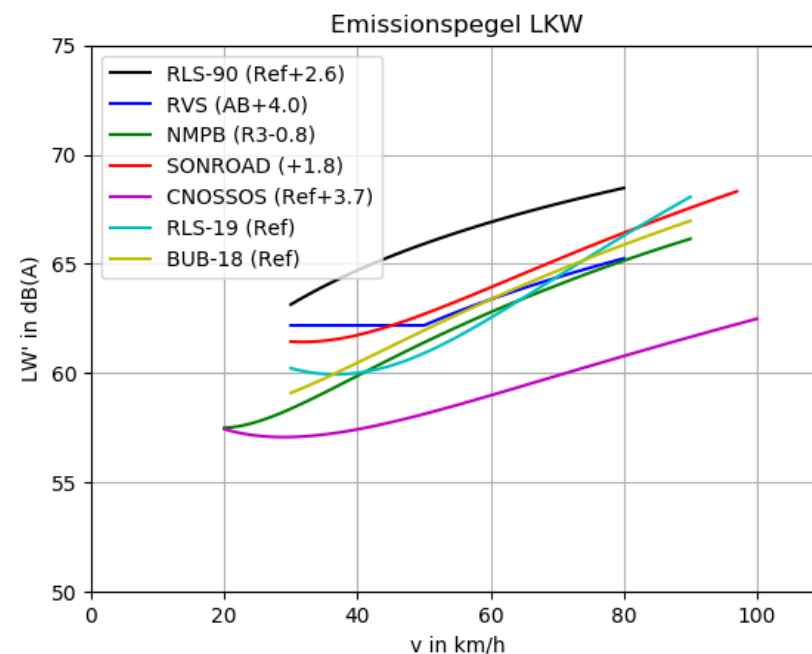
- RLS-90 (1990)
 - RVS 04.02.11 (2006)
 - NMPB (2008)
 - SonRoad (2004)
 - CNOSSOS Version 2d (2010)
 - **BUB (2018)**
 - **RLS-19 (2019)**
 - Für Pkw und Lkw (75% schwere und 25% leichte)
 - Als Pegelvergleich Lkw = N Pkw
- W. Bartolomaeus: Vergleich von Emissionsmodellen der Straße, Lärmbekämpfung 5/2010.

Pkw

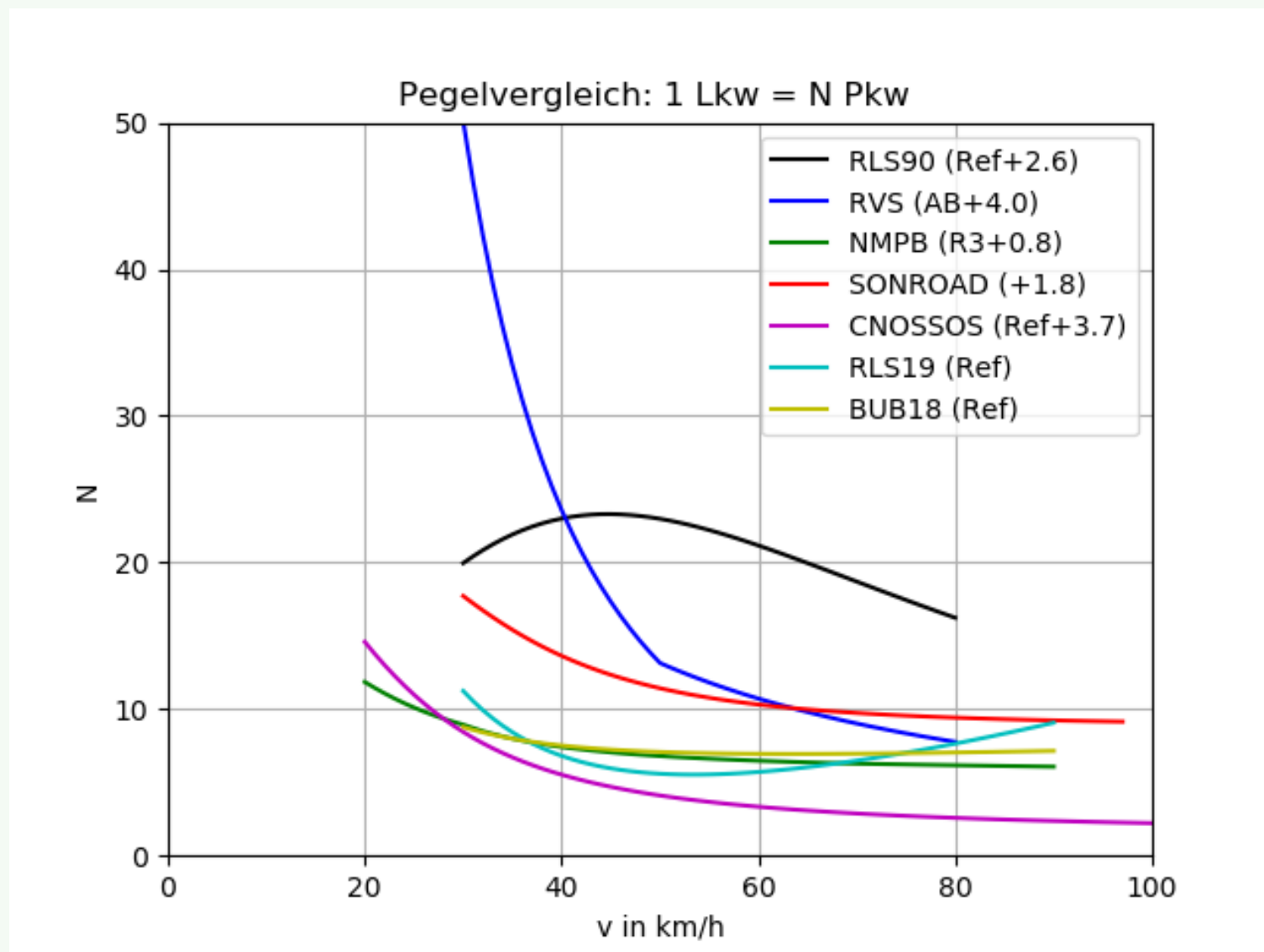


Normiert auf 120 km/h.
Alle liegen nahe beieinander
Unterschied RVS / BUB bei
40 km/h: ca. 3 dB.

Lkw



Unterschied CNOSSOS/RLS-90
bei 80 km/h: 7,5 dB.
RVS, NMPB, SonRoad, RLS-19
und BUB liegen beieinander.



Vorgaben zur Umsetzung von CNOSSOS-EU in die BUB

1. Die Eingangswerte müssen jeweils eine **Genauigkeit** von **$\pm 2 \text{ dB(A)}$** gemessen am Gesamtergebnis haben.
 - „dB(A)“ heißt Gesamtpegel, A-bewertet; nicht spektral!

19

Die Emissionswerte der **RLS-16** sollen als **nationaler Maßstab** verwendet werden.

- Die Koeffizienten α_i , β (notfalls auch A_i , B_i) sind national entsprechend festzulegen bzw. anzupassen.
2. Die **Präzision** des Emissionsmodells soll **$\pm 0,1 \text{ dB(A)}$** gemessen am Gesamtpegel betragen.
 - „dB(A)“ heißt Gesamtpegel, A-bewertet; nicht spektral!

CNOSSOS-EU unterscheidet zwischen:

- 4 Fahrzeugarten (Lkw, leicht und schwere Lkw, Motorräder)
- Roll- und Antriebsgeräusch
- 8 Oktavbändern – von 63 Hz bis 8 kHz

– Zusätzliche Korrekturen für den Einfluss von:

- Straßenoberfläche
- Steigung und Gefälle
- Knotenpunkttyp (Kreuzung / Kreisverkehr)
- Temperatur

W. Bartolomaeus: Road Noise Emission Model for CNOSSOS, DAGA, Darmstadt 2012.

W. Bartolomaeus: Conversion of National Road Emission Data into CNOSSOS-EU, ICSV23, Athen 2016.

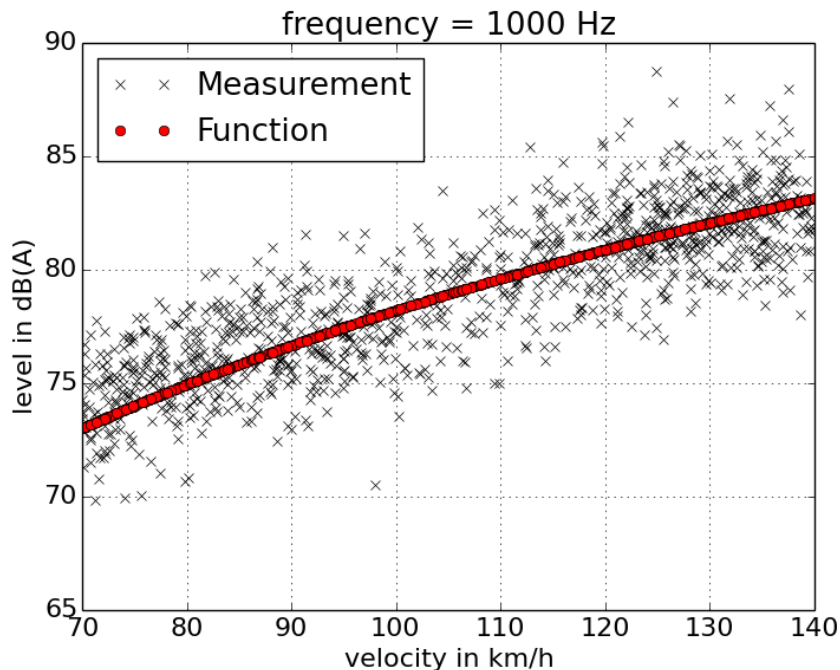
Straßendeckschichttyp RLS-17, Version 6.1 vom 18. April 2017	Kat. DE	Geschwindigkeit Pkw / Lkw	Kat. NL Vorschlag	Kat. NL Verwendet
Nicht geriffelter Gussasphalt (nationale Referenz)	DE00	30 - 140 km/h 30 - 90 km/h	NL05	0
Splittmastixasphalte SMA 5 und SMA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07 und Abstumpfung mit 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 \leq 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 \leq 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

Nicht-lineare Anpassung (kleinste quadratische Abweichung)

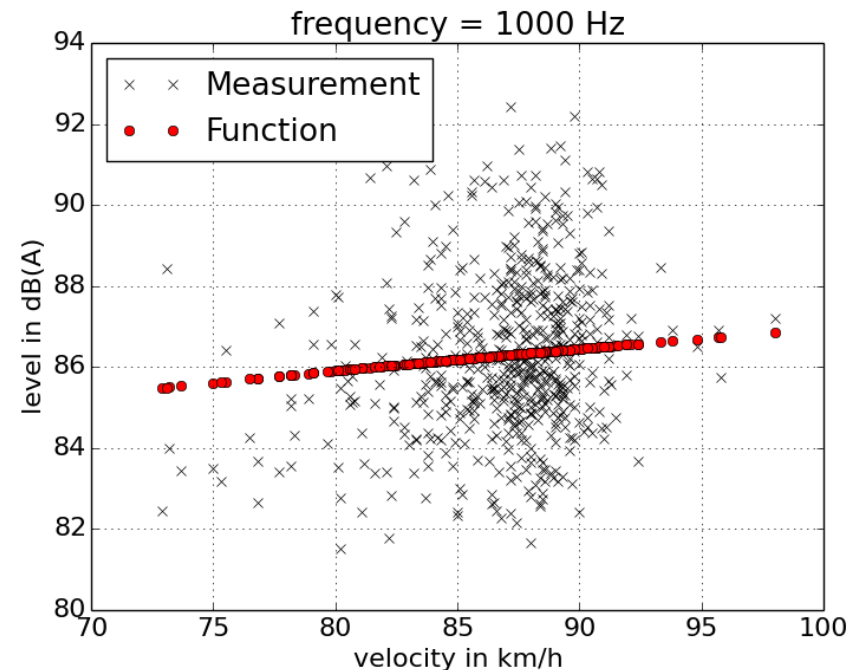
$$\chi^2 = \sum_i^N \frac{[y_i^{meas} - y_i^{model}(\text{vars})]^2}{\epsilon_i^2}$$

$$\text{vars} = \{\alpha_i, \beta\}$$

Pkw



Lkw



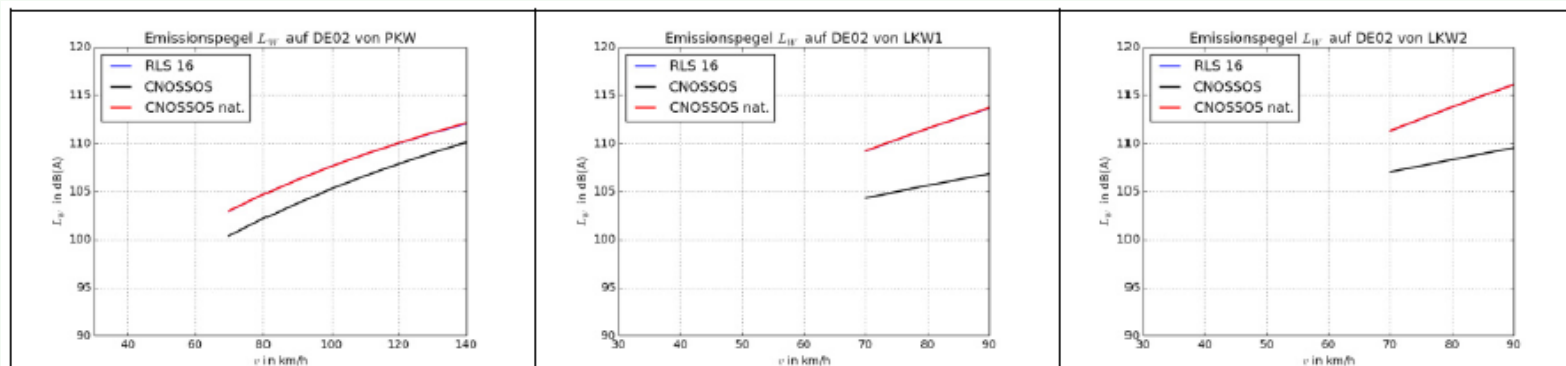
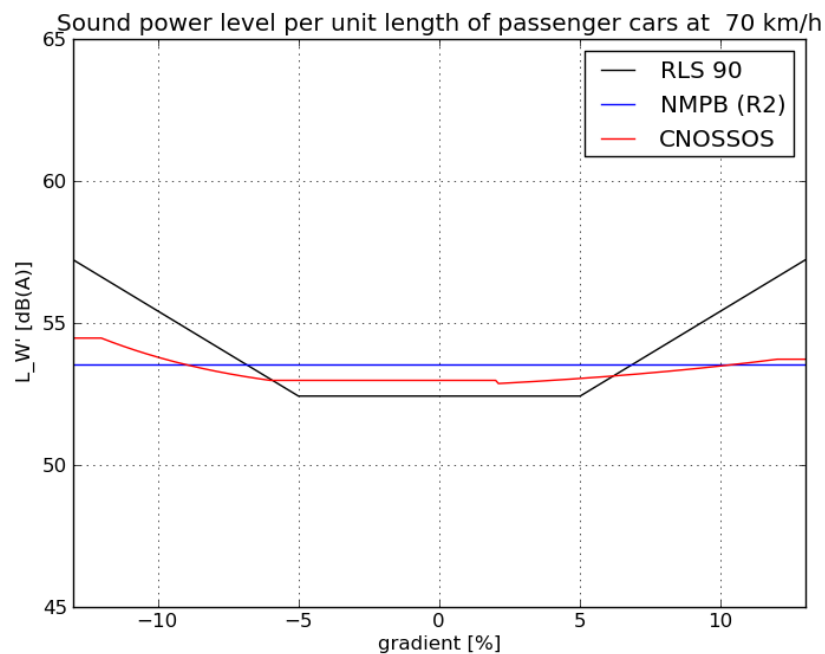


Bild 3: Emissionskurven von RLS-17, CNOSSOS und CNOSSOS national angepasst für Pkw ($m = 1$), LKW1 ($m = 2$) und LKW2 ($m = 3$) auf dem Belag DE02.

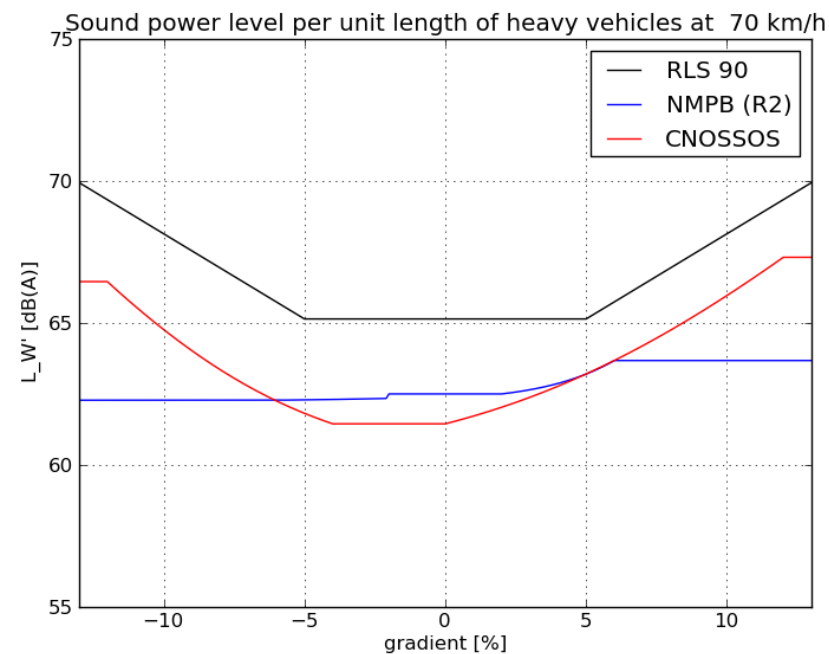
Tabelle 5: Emissionspegel und Differenzen für RLS-17 und CNOSSOS-EU (national angepasst) in dB(A) für den Belag DE02.

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						

Pkw



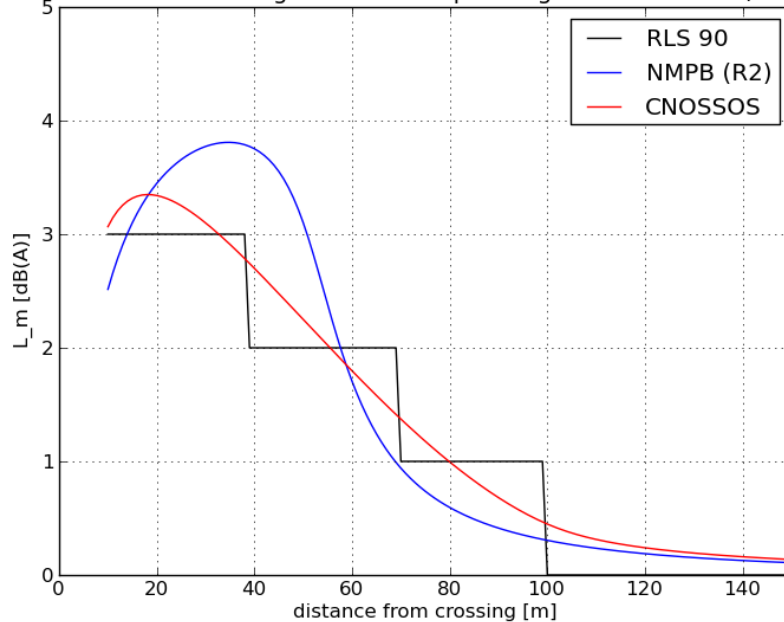
Lkw



Steigungszuschläge für Pkw und Lkw bei 70 km/h.

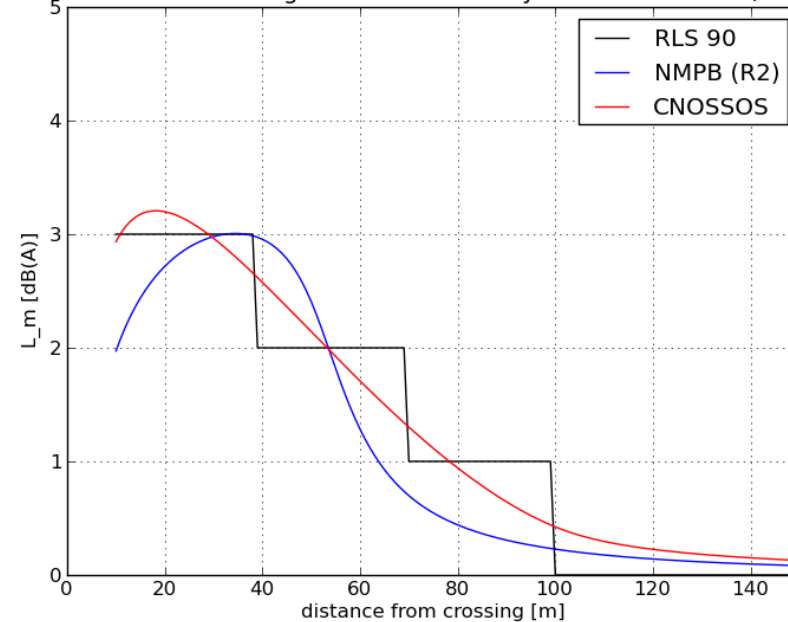
Pkw

Difference in time-average sound level passenger cars at 30 km/h in 10 m



Lkw

Difference in time-average sound level heavy vehicles at 50 km/h in 10 m



Zuschläge für Kreuzungen:

Pkw bei 30 km/h bzw. Lkw bei 50 km/h

Teil A: Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (BUB-D):

- Koeffizienten A und B für
 - Rollgeräusch
 - Antriebsgeräusch
- Koeffizienten C für Beschleunigen und Abbremsen
 - Rollgeräusch
 - Antriebsgeräusch
- Koeffizienten α_i und β für die Straßenoberfläche
 - 4 Fahrzeugkategorien

Beschreibung	Mindestgeschwindigkeit, bei der der Wert gilt [km/h]	Höchstgeschwindigkeit, bei der der Wert gilt [km/h]	Kategorie	$\alpha_{1,m}$ (63 Hz)	$\alpha_{2,m}$ (125 Hz)	$\alpha_{3,m}$ (250 Hz)	$\alpha_{4,m}$ (500 Hz)	$\alpha_{5,m}$ (1 000 Hz)	$\alpha_{6,m}$ (2 000 Hz)	$\alpha_{7,m}$ (4 000 Hz)	$\alpha_{8,m}$ (8 000 Hz)	β_m
Splittmastixasphalte SMA 8 und SMA 11 und Abstumpfung mit Ab- streumaterial der Liefer- körnung 1/3	70	140	1	3,2	2,9	2,9	2,8	2,2	1,6	2,1	2,1	-3,4
	70	140	2	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	15,0
	70	140	3	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	17,0
	–	–	4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	70	140	4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Asphaltbetone \leq AC 11 abgestumpft mit Ab- streumaterial der Liefer- körnung 1/3	30	60	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	-1,5
	30	60	2	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	13,0
	30	60	3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	-5,0
	30	45	4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	30	60	4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Asphaltbetone \leq AC 11 abgestumpft mit Ab- streumaterial der Liefer- körnung 1/3	70	140	1	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	-3,7
	70	140	2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	13,5
	70	140	3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	17,0
	–	–	4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	70	140	4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Offenporiger Asphalt aus PA 11	70	140	1	4,3	6,3	4,1	0,8	-0,3	-2,4	-0,9	1,9	-3,0
	70	140	2	10,8	10,6	9,7	5,0	4,1	4,1	5,7	6,7	18,7
	70	140	3	9,5	9,3	8,4	3,7	2,8	2,8	4,4	5,4	21,7
	–	–	4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	70	140	4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Offenporiger Asphalt aus PA 8	70	140	1	0,1	2,9	2,0	2,8	-1,7	-3,9	-3,0	0,1	-2,5
	70	140	2	7,2	7,7	8,1	5,9	1,1	1,7	3,3	4,9	23,2
	70	140	3	5,7	6,2	6,6	4,4	-0,4	0,2	1,8	3,4	26,7
	–	–	4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	70	140	4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Testaufgaben zur Ermittlung der Schall-Emission von Straßen:

- Roll- und Antriebsgeräusche
 - Grundwert
 - Straßenoberfläche
 - Steigung (nur bei Antriebsgeräusch)
 - Beschleunigung
 - Lufttemperatur (nur bei Rollgeräusch)

- Gesamtgeräusch
 - Grundwert
 - Längenbezogener Schallleistungspegel
 - A-bewerteter Gesamtschallpegel

Bartolomaeus, W. et al.: Testaufgaben zur Ermittlung der Schall-Emissionen von Straße, Schiene, Industrie und der Berechnung der Schall-Ausbreitung (BUB), der Berechnung des Fluglärms (BUF) und der Belastetenermittlung (BEB) gemäß Richtlinie (EU) 2015/996, UBA Teste 73/2019.

- Ein Vergleich mit anderen Europäischen Emissionsmodellen für die Geräuschemission des Straßenverkehrs wurde vorgestellt.
- Das Emissionsmodell für Straßenverkehr wurde in der BUB den nationalen Erfordernissen angepasst (Koeffizienten α_i , β).
- Eine umfassende Qualitätssicherung ist erfolgt.
- Möglicherweise sollen die Koeffizienten A und B noch geändert werden. Dann müssen auch die (Koeffizienten α_i , β) nochmals angepasst werden – incl. Qualitätssicherung.
- Wünschenswert für die Zukunft wäre eine Vereinheitlichung **aller** Lärmberechnungsverfahren auf Basis der ISO 9613-2
 - Straße, Schiene (Industrie)
 - national und international.



CPX

DIN EN ISO 11819-2+3
Nahfeldverfahren

DIN EN ISO 11819-1+4
Statistisches Vorbeifahrtverfahren

SPB

