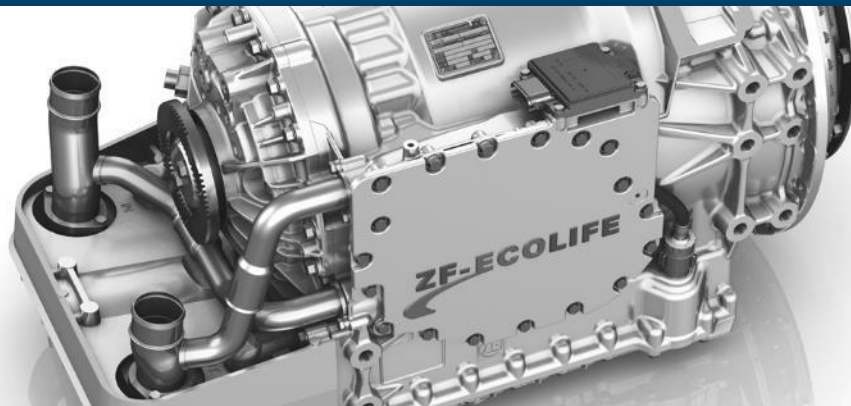




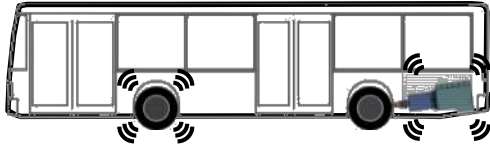
EcoLife – Geräuschmessungen

Nutzfahrzeugtechnik



Geräuschquelle Linienbus

Hauptgeräuschquellen im Linienbus



- Reifengeräusche
- Motorgeräusch

Geräuschsituation an Haltestellen

Die Beschleunigung von Bussen aus der Haltestelle wird von vielen Anwohnern und Passanten als besonders störend empfunden!

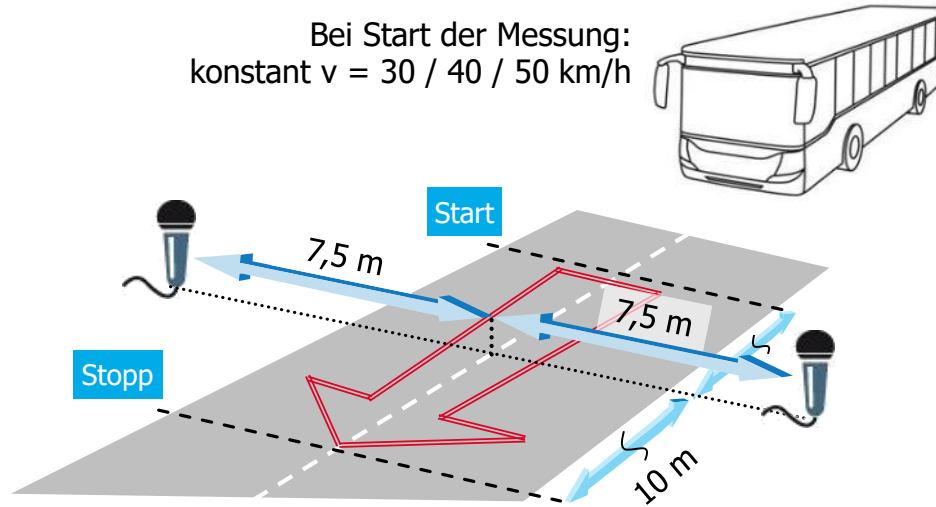
- Fahrgeschwindigkeit sehr niedrig
 - Motordrehzahlen hoch
- Motorgeräusche sind hier dominant



Einziges EU-Prüfverfahren für Busgeräusche

Beschleunigte Vorbeifahrt nach ECE R51

Bei Start der Messung:
konstant $v = 30 / 40 / 50 \text{ km/h}$



Geräuschemission von Bussen, die mit hoher Motordrehzahl abfahren, wird **nicht berücksichtigt!**

Vergleichende Geräuschmessungen von ZF

Zertifiziert durch DEKRA

Messungen unter realen Betriebsbedingungen an einer typischen Bushaltestelle

- **Fokus: Geräuschemissionen im Haltestellenbereich**
- Ablauf: Abbremsen → Anhalten → Anfahren unter Volllast
- Zusätzlich: Vorbeifahrt bei konstant 40 km/h
- Zwei vergleichbare Linienbusse mit unterschiedlichem Getriebe:
 - EcoLife
 - Voith DIWA.6



Begutachtet und bescheinigt durch die unabhängige Sachverständigenorganisation DEKRA

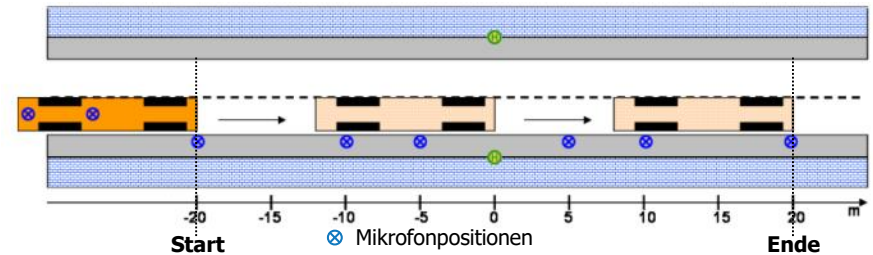
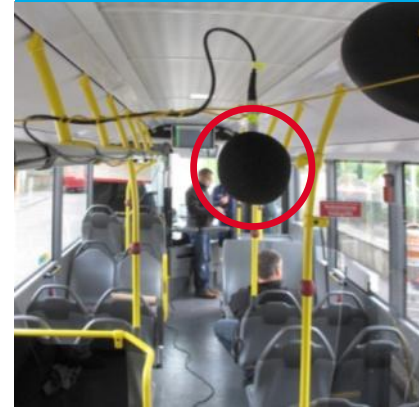


Mikrofonpositionen

7 Mikrofone auf dem Gehweg:
20 Meter vor bis 20 Meter nach der Haltestelle



2 Mikrofone im Innenraum
Mitte Hinten



Messfahrzeuge



EcoLife 6 AP 1200

Voith D 854.6

Identisch

- Mercedes-Benz Citaro 2
- Motor OM 936 hLA, Euro 6
- 7,7 Liter, 220 kW, 1.200 Nm
- Hinterachse $i = 5,77$
- Serienzustand
- Ähnliche Laufleistung

Ergebnisse im Überblick

Abfahrt aus der Haltestelle



Vorbeifahrt mit konstant 40 km/h



Geräuschreduzierung mit EcoLife im Vergleich zu Voith DIWA.6:

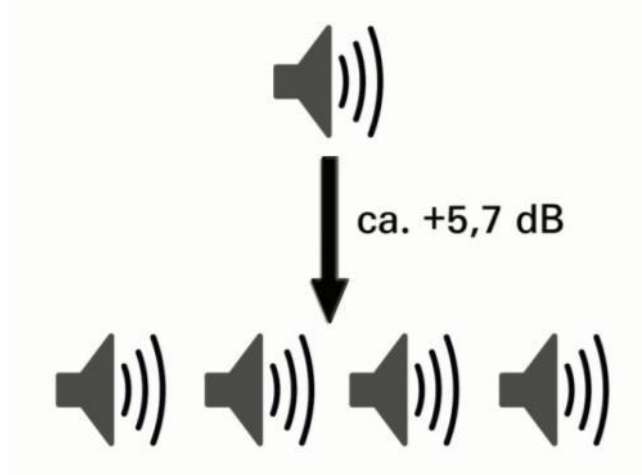
- Außen: bis zu **-6,0 dB(A)**
- Innen: bis zu **-7,6 dB(A)**
- Drehzahlreduzierung: bis zu **750 1/min**

- Außen: bis zu **-3,2 dB(A)**
- Innen: bis zu **-5,4 dB(A)**
- Drehzahlreduzierung: bis zu **430 1/min**

Ergebnisse, Abfahrt aus der Haltestelle

Was bedeuten 6 dB Unterschied außen?

Erläuterung

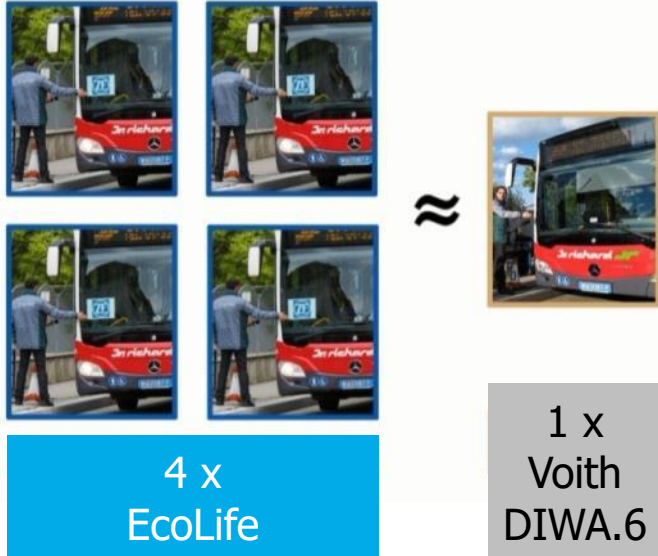


Diese Pegel-Differenz entspricht annähernd dem Unterschied zwischen **einer Schallquelle** und der **Summe von vier gleich starken Schallquellen** an der gleichen Stelle.

Ergebnisse, Abfahrt aus der Haltestelle

Was bedeuten 6 dB Unterschied außen?

So deutlich ist der Vorteil mit EcoLife

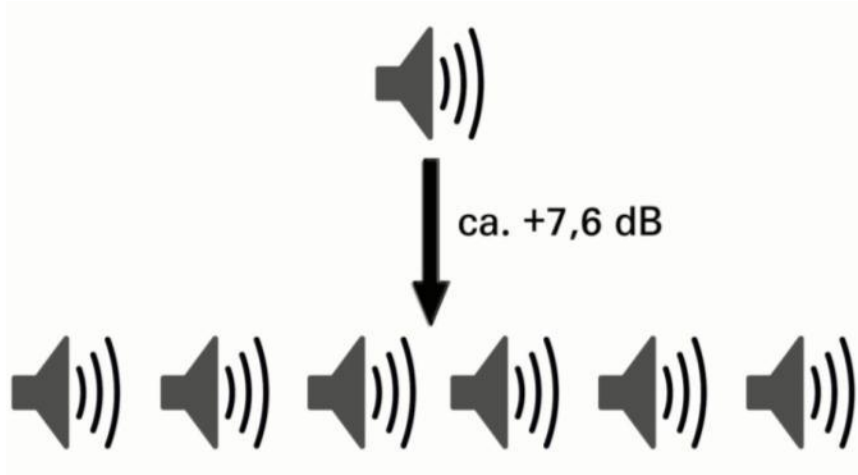


Selbst wenn **vier Busse mit EcoLife** gleichzeitig anfahren würden, erreichen sie gerade eben das Geräuschniveau **eines abfahrenden Busses mit DIWA.6**.

Ergebnisse, Abfahrt aus der Haltestelle

Was bedeuten 7,6 dB Unterschied innen?

Erläuterung

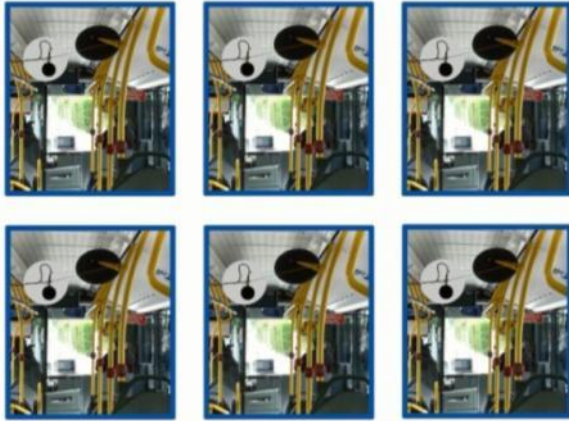


Wenn man die Geräuschemission in einem Bus mit **EcoLife sechsfach verstärkt** hören könnte, würde man ungefähr den Pegel in **einem Bus mit DIWA.6** erreichen.

Ergebnisse, Abfahrt aus der Haltestelle

Was bedeuten 7,6 dB Unterschied innen?

So deutlich ist der Vorteil mit EcoLife



6 x
EcoLife

≈

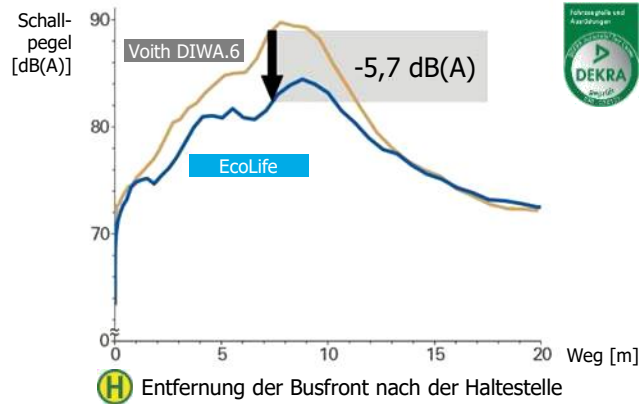


1 x
Voith
DIWA.6

Wenn man die Geräuschemission in einem Bus mit **EcoLife sechsfach verstärkt** hören könnte, würde man ungefähr den Pegel in **einem Bus mit DIWA.6** erreichen.

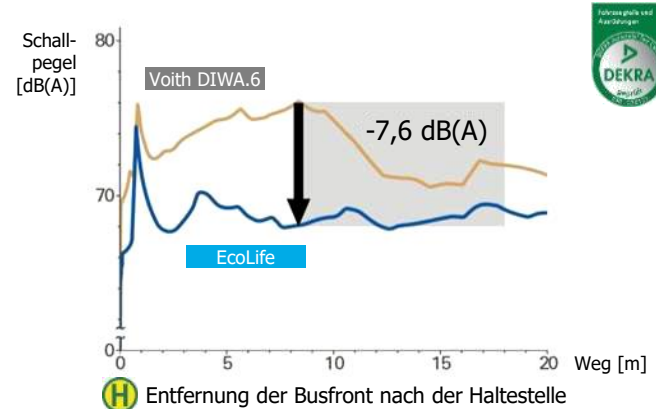
Ergebnisse im Detail: Haltestellenabfahrt

Außenmikro, 5 m vor der Haltestelle



Originalaufnahmen:
Zuerst mit EcoLife,
danach mit DIWA.6

Innenmikro, Busmitte



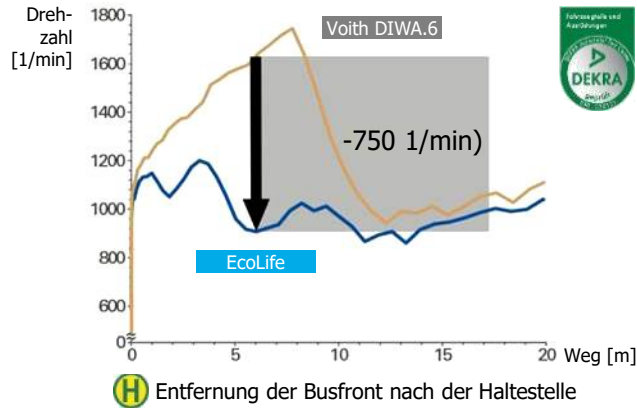
Originalaufnahmen:
Zuerst mit EcoLife,
danach mit DIWA.6

EcoLife macht Busse leiser – der Film (05:26 Min.): [Internet-Link zu YouTube](#)

Warum ist der Bus mit EcoLife leiser?

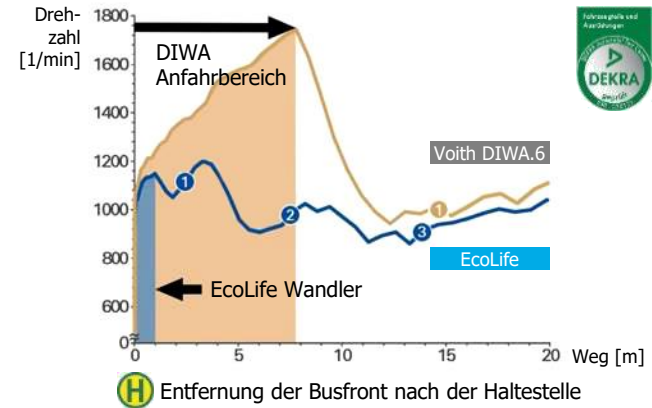
Verlauf der Motordrehzahlen

Motordrehzahl



Der Motor läuft über die gesamte Messstrecke deutlich ruhiger.

Anfahrbereich und Gänge



Während das Voith-Getriebe noch im DIWA-Fahrbereich fährt, schaltet EcoLife dank der 6 Gänge mit dem großen Übersetzungsbereich schon weiter.

Drei Messungen, ein Ergebnis: Busse mit EcoLife sind immer leiser!



	2014	2011	2010
	- Mercedes-Benz Citaro 2 - Motor: 7,7 Liter, Euro 6, 220 kW, 1.200 Nm - EcoLife vs. Voith DIWA.6, jeweils $i = 5,77$	- Mercedes-Benz Citaro - Motor: 6,4 Liter, Euro 5, 210 kW, 1.120 Nm - EcoLife / $i = 6,21$ vs. Voith DIWA.5 / $i = 7,38$	- MAN Lion's City - Motor: 10,5 Liter, EEV, 206 kW, 1.250 Nm - EcoLife vs. Voith DIWA.5, jeweils $i = 5,13$
Haltestellenzyklus	Geräuschreduzierung mit EcoLife		
außen innen Drehzahlunterschied	bis -6,0 -7,6 dB(A) bis -750 1/min	bis -6,4 -5,1 dB(A) bis -690 1/min	bis -5,3 -4,2 dB(A) bis -500 1/min
Vorbeifahrt	Geräuschreduzierung mit EcoLife 40 km/h 50 km/h		
außen innen Drehzahlunterschied	bis -3,2 -5,4 dB(A) bis -430 1/min	bis -3,4 -4,5 dB(A) bis -430 1/min	keine Werte

Bedeutung der Ergebnisse für die Lautstärke

- Lautstärke kann nicht absolut gemessen werden, nur Schalldruckpegel
- Das menschliche Ohr ist für unterschiedliche Frequenzen unterschiedlich empfindlich



≠



- Für die subjektive Wahrnehmung gibt es in der Akustik dennoch Anhaltswerte*:

10 dB(A) Pegelabsenkung $\approx$ Halbierung der empfundenen Lautstärke

**➔ Pegelabsenkung mit EcoLife um bis etwa 6 dB(A)
 $\approx$ Reduzierung der Lautstärke um ein Drittel!**

* Quelle z.B.: „Psychoacoustics, Facts and Models“; E. Zwicker, H. Fastl; Springer 1990

EcoLife macht Busse leiser – nachweisbar



DE:

<https://www.youtube.com/watch?v=YvbNF3H2HpI>