

G. Baumgartner AG
Flurstrasse 41
6332 Hagendorn Cham

Innovationsprojekt
Gottfried Baumgartner Hagendorn:
Lärm-Test Betriebsfahrten

LÄRMTECHNISCHE BEURTEILUNG

(1921 / 25. Mai 2020)

Inhaltsverzeichnis**Seite**

Zusammenfassung	2
Ausgangslage	2
Ergebnisse der Messungen	2
Ergebnisse der Fragebogen	2
Empfehlungen zum weiteren Vorgehen	3
1. Ausgangslage und Auftrag	4
2. Erhebungskonzept.....	4
2.1. Messungen Lärm und Geschwindigkeit	4
2.2. Bewertung durch die Anwohner	5
3. Vorgehen zur Auswertung der Messungen.....	5
3.1. Störungen	5
3.2. Einfluss der Beladung / Differenzen zwischen den Serien.....	5
4. Ergebnisse der Messungen	6
4.1. Standort Lärm 1	6
4.2. Standort Lärm 2	8
4.3. Zusammenstellung der Messungen von Lastwagen.....	10
4.4. Weitere Einflüsse auf die Lärmbelastung	11
5. Vorgehen zur Auswertung der Fragebogen.....	12
5.1. Eingegangene Fragebogen	12
5.2. Vollständigkeit der Fragebogen	12
5.3. Bemerkungen.....	12
5.4. Mittelbildung.....	12
6. Ergebnisse der Fragebogen.....	13
6.1. Detaillierte Bewertung (Mittelwert Serie 1 + 2)	13
6.2. Mittelwert pro Fahrzeugkategorie und Geschwindigkeit.....	14
7. Empfehlung zur Reduktion der Lärmbelastung.....	14
7.1. Tieferer Geschwindigkeit	14
7.2. Schulung der Chauffeure.....	14
7.3. Ausbesserung Belagsschäden	15
8. Beilagenverzeichnis	15

Zusammenfassung

Ausgangslage

Im Lärmgutachten zum Bebauungsplan "Allmend" in Cham Hagendorn ist nachgewiesen, dass die Grenzwerte der Lärmschutzverordnung auch mit der geplanten Anpassung eingehalten sind. Im Sinne der Vorsorge strebt die Bauherrschaft nach Möglichkeit eine weitergehende Lärmreduktion an.

Zur Evaluation von möglichen Massnahmen wurde ein Lärm-Test für die Betriebsfahrten von Lastwagen und Montagebussen durchgeführt. Dabei wurde die Lärmbelastung von 72 Durchfahrten an zwei Standorten gemessen und durch die Anwohner mittels Fragebogen beurteilt.

Ergebnisse der Messungen

Die Messungen zeigen, dass die Montagebusse je nach Standort, Fahrtrichtung und Art des Pegels im Mittel etwa zwischen 10 und 15 dB(A) leiser sind als die Lastwagen. Die Wirkung der tieferen Geschwindigkeiten auf der Flurstrasse wird daher primär anhand der Messungen bei den Lastwagen beurteilt und lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit im Bereich der Messungen beträgt 30 km/h. Mit der Anweisung von 20 km/h an die Chauffeure sinken die Maximalpegel der Lastwagendurchfahrten im Mittel um 3 bis 4 dB(A). Bei den durchschnittlichen Pegeln (energieäquivalenter Dauerschallpegel / L_{eq} über 20 sec) führt die Anweisung von 20 km/h zu einer Lärmreduktion um etwa 2 bis 2.5 dB(A). Beide Veränderungen werden vom menschlichen Gehör zwar als wahrnehmbar, aber lediglich als geringe Veränderung empfunden.
- Die Anweisung von 10 km/h an die Chauffeure führt bei den Maximalpegeln zu einer geringen zusätzlichen Lärmabnahme um knapp 1 dB(A). Bei den durchschnittlichen Pegeln ist gegenüber 20 km/h keine weitere Lärmreduktion mehr vorhanden. Je nach Konstellation führt die Anweisung von 10 km/h sogar zu höheren Lärmbelastungen als die Anweisung von 20 km/h (Standort 2 Wegfahrt).

Ergebnisse der Fragebogen

- Bewertet man die Einteilung in die Kategorie "schlimm" mit der Note 1 und die Einteilung in die Kategorie "gut" mit der Note 4, resultiert bei 30 km/h eine durchschnittliche Bewertung der Lastwagendurchfahrten von 2.2. Mit 20 km/h steigt die Bewertung deutlich an auf den Wert 2.6. Mit 10 km/h ergibt sich eine geringfügige weitere Zunahme auf den Wert 2.7.
- Damit zeigt auch die Auswertung der Fragebogen, dass die Lärmbelastung bei tieferen Geschwindigkeiten als weniger störend empfunden wird. Dabei ist die Wirkung einer ersten Reduktion von 30 km/h auf 20 km/h auf das durchschnittliche Lärmempfinden deutlich grösser als die Wirkung einer weiteren Reduktion von 20 km/h auf 10 km/h. Insgesamt bestätigt der subjektive Eindruck der Betroffenen die objektiven Lärm-messungen.

Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

- Sowohl die Messungen als auch die Auswertung der Fragebogen zeigen, dass die Lärmbelastung mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h weniger störend ist als mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h. Aufgrund dieser Ergebnisse wird empfohlen, die Chauffeure der Betriebsfahrten zukünftig anzuweisen, auf der Flurstrasse höchstens 20 km/h zu fahren.
- Der Vergleich zwischen einzelnen Fahrten mit auffälligen Ergebnissen zeigt, dass das Fahrverhalten die Lärmbelastung bei niedrigen Geschwindigkeiten stark beeinflusst. Ein zusätzliches Potential zur Lärmreduktion liegt damit in der Schulung / Instruktion der Chauffeure.
- Vor allem für das subjektive Empfinden der Anwohner sind einzelne Belagsschäden sowie lose Schachtdeckel bei Lastwagenüberfahrten stark störend. Zur Reduktion der Lärmbelastung auf der Flurstrasse ist eine Sanierung der Belagsschäden sowie eine Kontrolle (und allfällige Verbesserung) aller Schachtdeckel zu empfehlen.

1. Ausgangslage und Auftrag

Das Innovationsprojekt der G. Baumgartner AG erfordert eine Änderung des Bebauungsplanes "Allmend" in Cham Hagendorn. Im zugehörigen Lärmgutachten zum Verkehrslärm wurde dargelegt, dass die Grenzwerte der Lärmschutzverordnung mit dem vorliegenden Projekt eingehalten sind (vgl. Öffentliche Auflage Plandossier zum Bebauungsplan Allmend Hagendorn 14. Feb. 2020).

Im Sinne der Vorsorge strebt die Bauherrschaft nach Möglichkeit eine weitergehende Lärmreduktion an. Im Vordergrund stehen dabei die Lastwagenfahrten auf der Flurstrasse. Um das Potential allfälliger Massnahmen aufzuzeigen, wurde ein Lärm-Test zu den Betriebsfahrten durchgeführt. Im vorliegenden Fachbericht werden die Ergebnisse zusammengefasst und beurteilt.

2. Erhebungskonzept

2.1. Messungen Lärm und Geschwindigkeit

2.1.1. Standorte und gemessene Parameter

Die Lärmbelastung wurde an zwei Standorten gemessen, dabei wurde der Maximalpegel ($L_{\max}$) und der Durchschnittspegel (L_{eq} über 20 sec) erfasst. Dazwischen wurde die effektive gefahrene Geschwindigkeit mittels Radarpistole kontrolliert. Die Messungen fanden am 5. Mai 2020 bei windschwachen Verhältnissen und praktisch trockener Strasse statt.



2.1.2. Fahrzeuge und Geschwindigkeit

Für die Messung standen 6 Fahrzeuge im Einsatz: 4 Lastwagen – wovon 2 leer und 2 beladen – sowie 2 Montagebusse. Gemessen wurde jeweils die Wegfahrt und die Zufahrt in drei Zyklen. Die Chauffeure waren angewiesen, im ersten Zyklus mit 30 km/h, im zweiten Zyklus mit 20 km/h und im dritten Zyklus mit 10 km/h zu fahren. Es wurden zwei Serien à drei Zyklen gemessen.

2.2. Bewertung durch die Anwohner

Den betroffenen Anwohnern wurde ein Fragebogen zur Verfügung gestellt, mit dem der subjektive Eindruck der einzelnen Durchfahrten erfasst werden konnte (die Nummer der Durchfahrt war jeweils auf dem Fahrzeug angeschrieben).

In der Lärm-Bewertung konnte jede einzelne Durchfahrt in die Kategorien "schlimm", "ungenügend", "genügend" oder "gut" eingeteilt werden. Zudem hatten die Anwohner zu jeder Durchfahrt die Möglichkeit, Bemerkungen abzugeben.

3. Vorgehen zur Auswertung der Messungen

3.1. Störungen

Zwei Durchfahrten von Montagebussen (Nr. 18 und 80 / jeweils letzte Wegfahrt innerhalb eines Zyklus) konnten beim Standort 2 nicht gemessen werden, da die Zufahrt des ersten Lastwagens praktisch gleichzeitig stattfand.

Beim Standort 1 konnte die allerletzte Durchfahrt (Nr. 82) nicht ausgewertet werden, da der einsetzende Regen ein übermässiges Störgeräusch auf dem Schirm über dem Messgerät verursachte.

Bei allen übrigen Durchfahrten konnten sowohl Lärmbelastung als auch Geschwindigkeit eindeutig und zuverlässig bestimmt werden.

3.2. Einfluss der Beladung / Differenzen zwischen den Serien

Die Differenzen zwischen den leeren und den beladenen Durchfahrten sind innerhalb einer Serie bzw. innerhalb einer Geschwindigkeitsstufe unsystematisch und relativ gering. Sie variieren von -1.0 bis +3.6 dB(A), im Durchschnitt sind die beladenen Durchfahrten 0.7 dB(A) lauter. Diese Differenz ist akustisch vernachlässigbar.

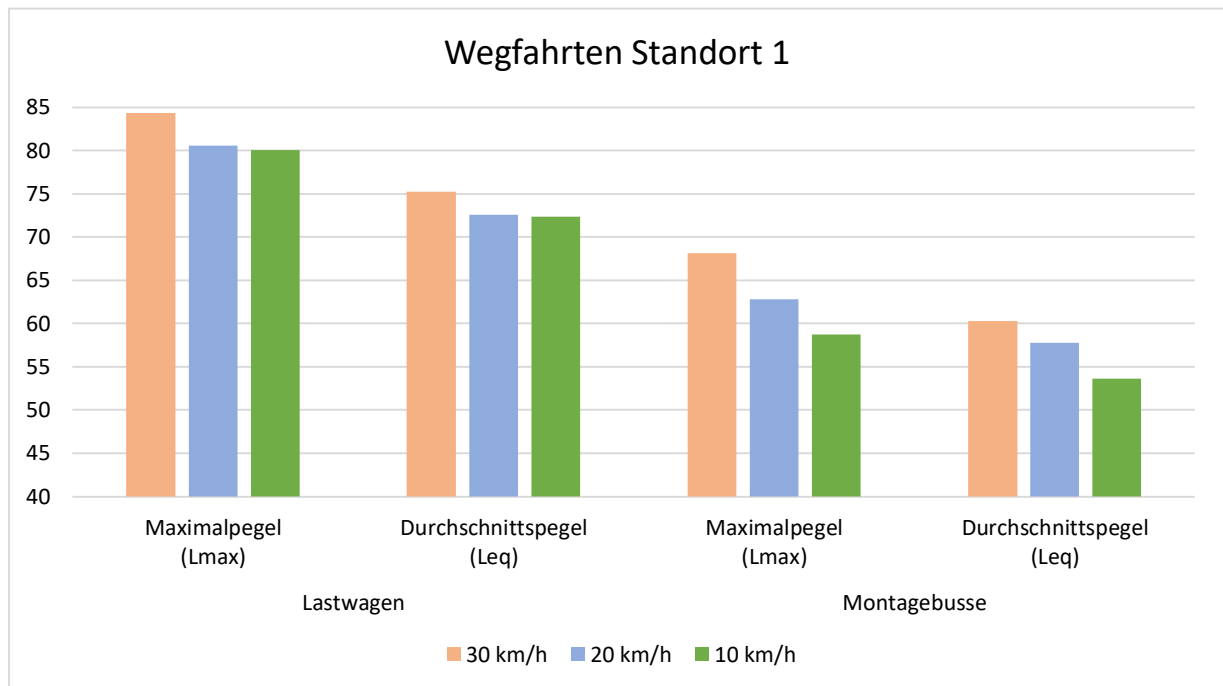
Die Unterschiede zwischen den beiden Serien waren vergleichbar mit den Differenzen gleichartiger Fahrzeuge innerhalb eines Zyklus. Zusammenfassend ist eine energetische Mittelbildung über beide Serien und beide Beladungsklassen (beladen / leer) gerechtfertigt.

Die einzelnen Messwerte sind in der Beilage 1 und 2 detailliert aufgeführt. In den folgenden Kapiteln sind die Ergebnisse der Auswertung zusammengefasst.

4. Ergebnisse der Messungen

4.1. Standort Lärm 1

4.1.1. Wegfahrten Standort 1



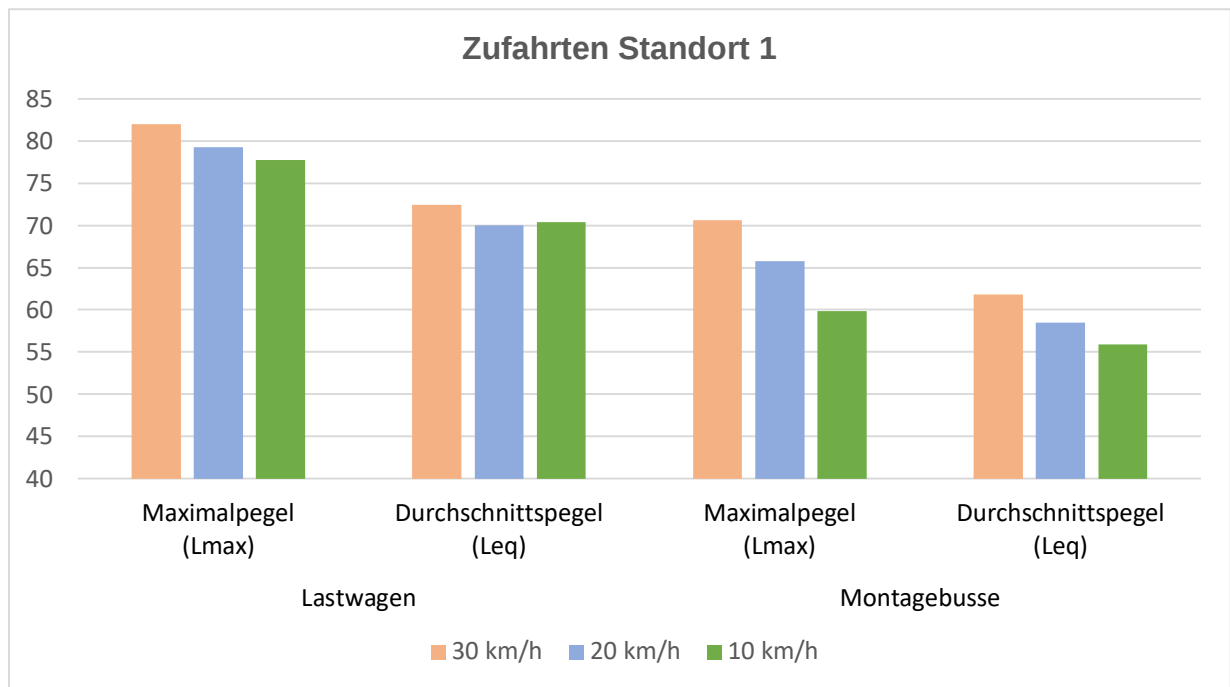
Wegfahrten Standort 1		Lastwagen		Montagebusse	
Angewiesene Geschwindigkeit		Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)	Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)
30 km/h		84.3	75.2	68.1	60.3
20 km/h		80.6	72.6	62.8	57.8
10 km/h		80.1	72.4	58.7	53.6
Differenz zw. 30 und 20 km/h		-3.8	-2.6	-5.3	-2.5
Differenz zw. 20 und 10 km/h		-0.5	-0.2	-4.1	-4.1

Mit tieferen Geschwindigkeiten sinken vor allem die Maximalpegel deutlich. Bei den Durchschnittspegeln ist die Abnahme ebenfalls erkennbar, aber im Ausmass geringer.

Für die totale Lärmbelastung sind primär die Lastwagen massgebend. Deren Durchschnittspegel nehmen bei einer Reduktion der Geschwindigkeit von 30 auf 20 km/h um 2.6 dB(A) ab. Die weitere Reduktion der Geschwindigkeit auf 10 km/h ergibt mit -0.2 dB(A) keine relevante Lärmdifferenz.

Die Lärmdifferenzen bei den Montagebussen sind sowohl beim Maximalpegel als auch beim Durchschnittspegel grösser. Da die absoluten Pegel aber mehr als 10 dB(A) tiefer liegen als bei den Lastwagen, ist diese Abnahme akustisch von untergeordneter Bedeutung.

4.1.2. Zufahrten Standort 1



Zufahrten Standort 1		Lastwagen		Montagebusse	
Angewiesene Geschwindigkeit		Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)	Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)
30 km/h		82.1	72.5	70.7	61.9
20 km/h		79.3	70.1	65.8	58.5
10 km/h		77.8	70.5	59.9	56.0
Differenz zw. 30 und 20 km/h		-2.8	-2.4	-4.9	-3.4
Differenz zw. 20 und 10 km/h		-1.5	0.4	-5.9	-2.5

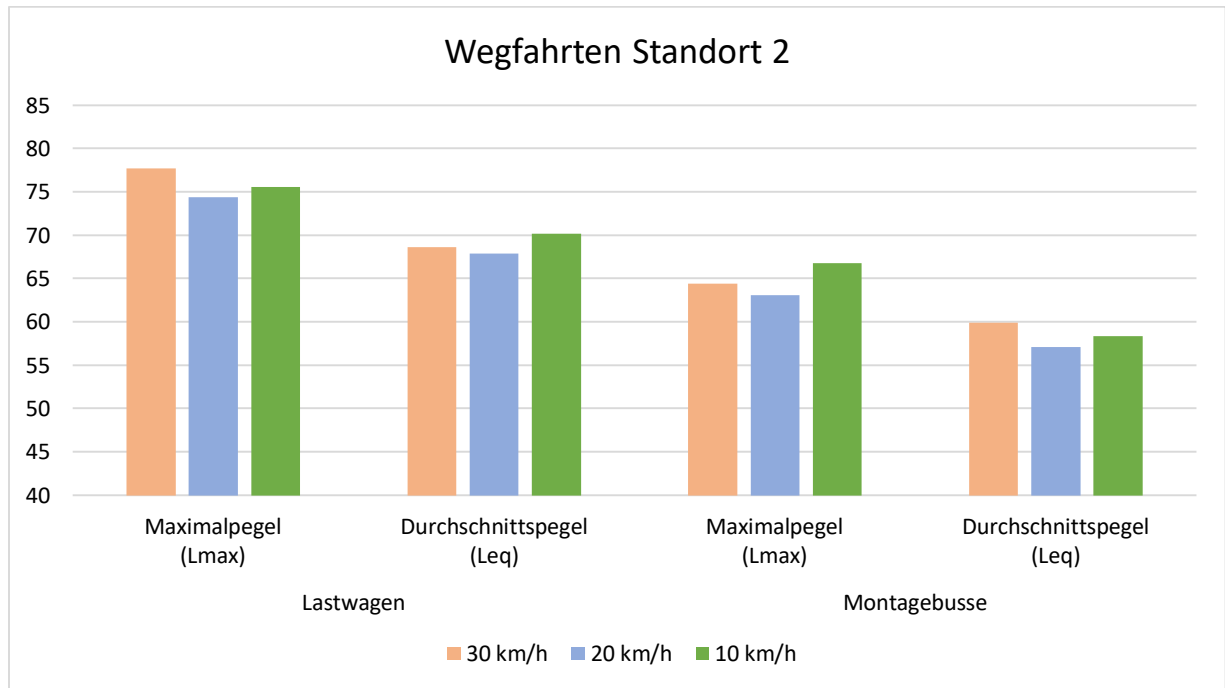
Die Zufahrten weisen beim Standort 1 sehr ähnliche Verhältnisse auf wie die Wegfahrten. Bei den Lastwagen liegt die Differenz der Durchschnittspegel zwischen 30 auf 20 km/h wiederum bei rund 2.5 dB(A). Die zusätzliche Lärmdifferenz zwischen 20 auf 10 km/h ist ebenfalls vernachlässigbar.

Im Vergleich zu den Wegfahrten liegen die Lärmbelastungen der Lastwagen bei der Zufahrt rund 2 dB(A) tiefer, obwohl der Abstand der Durchfahrtsachse etwas geringer ist. Dies dürfte dadurch zu erklären sein, dass bei der Wegfahrt aus dem Areal beschleunigt werden muss, während bei der Zufahrt um die Kurve nach rechts "ausgerollt" werden kann.

Bei den Montagebussen ist dieses akustische Phänomen nicht erkennbar. Sie verkehren bei der Wegfahrt in grösserem Abstand (kein "Ausholen" auf die Gegenfahrbahn) und fahren schon mit höherem Tempo aus dem Areal (geringere Beschleunigung).

4.2. Standort Lärm 2

4.2.1. Wegfahrten Standort 2



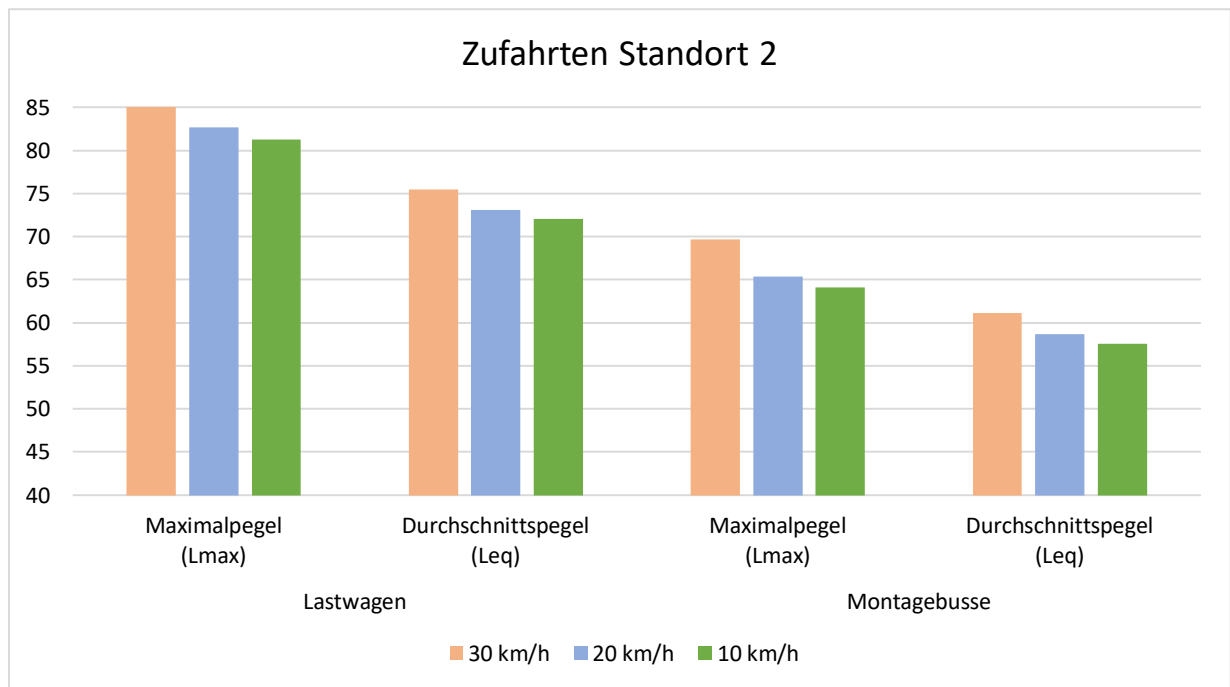
Wegfahrten Standort 2		Lastwagen		Montagebusse	
Angewiesene Geschwindigkeit		Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)	Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)
30 km/h		77.7	68.6	64.5	59.9
20 km/h		74.4	67.9	63.1	57.1
10 km/h		75.6	70.2	66.8	58.4
Differenz zw. 30 und 20 km/h		-3.3	-0.7	-1.4	-2.8
Differenz zw. 20 und 10 km/h		1.1	2.3	3.7	1.3

Bei der Wegfahrten am Standort 2 sind die gemessenen Lärmdifferenzen allgemein weniger systematisch. Zwar sind die Lärmbelastungen bei 20 km/h allgemein etwas tiefer, die Abweichungen gegenüber 30 km/h sind aber deutlich geringer als am Standort 1.

Mit der Anweisung 10 km/h liegen die Lärmbelastungen sowohl bei den Maximalpegeln als auch bei den Durchschnittspegeln höher als mit 20 km/h und teilweise sogar über dem "Normalzustand" von 30 km/h.

Es ist davon auszugehen, dass die meisten Fahrzeuge bei der Einmündung in die Dorfstrasse abbremsen und danach wieder beschleunigen müssen. In dieser Situation hat die gefahrene Geschwindigkeit einen geringeren Einfluss auf die Lärmbelastung als das Fahrverhalten (Beschleunigung / Gangwahl). Eine sehr tiefe Geschwindigkeitsvorgabe kann in dieser Situation lärmrechnerisch kontraproduktiv zu sein.

4.2.2. Zufahrten Standort 2



Zufahrten Standort 2		Lastwagen		Montagebusse	
Angewiesene Geschwindigkeit		Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)	Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)
30 km/h		85.7	75.5	69.7	61.2
20 km/h		82.7	73.1	65.4	58.7
10 km/h		81.3	72.1	64.1	57.6
Differenz zw. 30 und 20 km/h		-3.0	-2.4	-4.3	-2.4
Differenz zw. 20 und 10 km/h		-1.4	-1.1	-1.3	-1.1

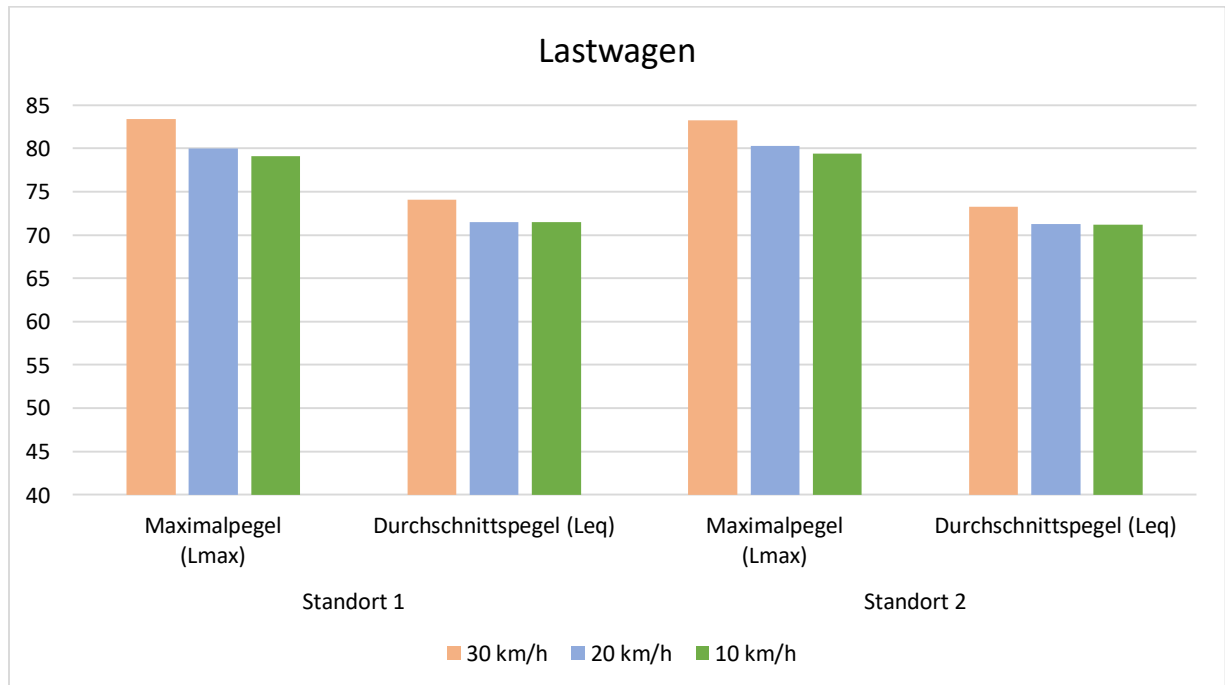
Die Zufahrten am Standort 2 waren akustisch vergleichbar mit den Wegfahrten am Standort 1 (die Verkehrssituation ist dabei auch ähnlich, indem nach einer Verzweigung angefahren bzw. beschleunigt werden muss).

Bei den Lastwagen liegt die Differenz der Durchschnittspegel zwischen 30 auf 20 km/h bei knapp 2.5 dB(A). Die zusätzliche Lärmdifferenz zwischen 20 auf 10 km/h ist am Standort 2 mit rund 1 dB(A) etwas grösser als am Standort 1.

Bei den Montagebussen sind alle Lärmdifferenzen geringer als am Standort 1. Dies ist akustisch nicht eindeutig erklärbar. Nebst der geringeren Anzahl Durchfahrten ist bei den Montagebussen auch zu erwähnen, dass die Streuung zwischen den einzelnen Messungen grösser ist. Damit sind die Ergebnisse grundsätzlich etwas weniger zuverlässig als bei den Lastwagen. Die Messergebnisse der Montagebusse sind für die gesamthafte Beurteilung der Messungen ohnehin von untergeordneter Bedeutung, weil die totale Lärmbelastung durch die lautereren Lastwagen bestimmt wird.

4.3. Zusammenstellung der Messungen von Lastwagen

Für eine zusätzliche, übersichtliche Beurteilung wurden die Zu- und Wegfahrten aller Lastwagen pro Standort ausgewertet und energetisch gemittelt.



Lastwagen		Standort 1		Standort 2	
Angewiesene Geschwindigkeit		Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)	Maximalpegel (L _{max}) in dB(A)	Durchschnittspegel (L _{eq}) in dB(A)
30 km/h		83.4	74.1	83.3	73.3
20 km/h		80.0	71.5	80.3	71.3
10 km/h		79.1	71.5	79.4	71.2
Differenz zw. 30 und 20 km/h		-3.4	-2.6	-3.0	-2.0
Differenz zw. 20 und 10 km/h		-0.9	0.0	-0.9	-0.1

Mit der Geschwindigkeitsanweisung 20 km/h können die Maximalpegel der Lastwagen gegenüber dem "Normalzustand" mit 30 km/h um rund 3 dB(A) reduziert werden. Die Anweisung 10 km/h bringt eine zusätzliche Reduktion um rund 1 dB(A).

Bei den Durchschnittspegeln liegt die Lärmdifferenz zwischen den Geschwindigkeitsanweisungen 30 km/h und 20 km/h zwischen 2 und 2.5 dB(A). Die Anweisung 10 km/h bringt keine zusätzliche Lärmreduktion mehr.

Hinweis: Im Normalbetrieb dürfte die erzielbare Lärmreduktion allgemein etwas tiefer sein als ausgewiesen (vgl. Kap. 4.4.2).

4.4. Weitere Einflüsse auf die Lärmbelastung

4.4.1. Fahrverhalten

Im Durchschnitt über alle Fahrten zeigt sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der gefahrenen Geschwindigkeit und der Lärmbelastung. Einzelne Messungen weisen jedoch darauf hin, dass das Fahrverhalten ebenfalls einen sehr grossen Einfluss auf die Lärmbelastung haben kann.

Die Durchfahrt 31 mit der grössten Geschwindigkeitsabweichung gegenüber der Anweisung (26 statt 10 km/h) war im Vergleich mit den anderen Fahrten im gleichen Zyklus ñ insbesondere beim Durchschnittspegel ñ nicht übermässig laut. Die Durchfahrt 81 mit der zweitgrössten Abweichung gegenüber der Anweisung (17 statt 10 km/h) lag etwa im Durchschnitt der übrigen Durchfahrten im gleichen Zyklus.

Dagegen entstanden die beiden lautesten Durchfahrten beim Standort 1 (Nr. 3 und 51) eindeutig nicht durch eine abweichende (höhere) Geschwindigkeit.

Beide Arten von Einzelfällen belegen, dass das Fahrverhalten die Lärmbelastung bei niedrigen Geschwindigkeiten überproportional beeinflusst. Mit geeigneter Gangwahl, vorausschauendem Bremsen und sanfter Beschleunigung lässt sich die Lärmbelastung gegenüber einer "ruppigen" Fahrweise unabhängig von der Geschwindigkeit reduzieren. Damit liegt ein erhebliches Potential zur Lärmreduktion bei der Schulung / Instruktion der Chauffeure.

4.4.2. Verkehrsaufkommen

In Einzelfällen war vor Ort zu erkennen, dass auch die Verkehrsverhältnisse einen relevanten Einfluss auf die Lärmbelastung haben können. So ist es akustisch entscheidend, ob bei einem Knoten bis zum Stand abgebremst werden muss, oder ob bis ca. Schrittempo gerollt und wieder beschleunigt werden kann.

Der Lastwagen 76 musste bei der Einmündung in die Flurstrasse bis zum Stand abbremsen (vortrittsberechtigte PW-Durchfahrten). Die anschliessende Beschleunigung aus dem Stand führte dazu, dass die Durchfahrt mit Abstand die lauteste des Zyklus war (die anderen Lastwagen mussten lediglich bis ca. Schrittempo abbremsen).

Die Messungen fanden bei sehr tiefem Verkehrsaufkommen statt (18.00 bis 19.45 Uhr / Lockdown wegen Corona) und liessen bei den Lastwagen viele "ungestörte" Knotendurchfahrten zu. Bei "normalem" Verkehrsaufkommen müssen voraussichtlich mehr Lastwagen an den Knoten stärker abbremsen und wieder mehr beschleunigen, was zusätzlichen ñ durch tiefere Geschwindigkeit kaum reduzierbaren ñ Lärm verursacht. Im Normalbetrieb dürfte die erzielbare Lärmreduktion daher allgemein etwas tiefer sein als während der Messungen.

5. Vorgehen zur Auswertung der Fragebogen

5.1. Eingegangene Fragebogen

Insgesamt wurden 13 Fragebogen an die G. Baumgartner AG retourniert. Die Antworten kamen grossmehrheitlich aus dem direkten Umfeld des Lärmtests (Mess-Standorte). Damit können die eingegangenen Beurteilungen als repräsentativ für das subjektive Lärmempfinden der Anwohner der Flurstrasse beurteilt werden.

5.2. Vollständigkeit der Fragebogen

In 4 Fragebogen wurde jeweils nur die Serie 1 beurteilt, die übrigen 9 Fragebogen umfassen beide Serien des Messkonzeptes.

Innerhalb der Serien sind alle 13 Fragebogen praktisch vollständig (Einteilung in die 4 Kategorien). Einige wenige "verpasste" Durchfahrten ñ insbesondere von Montagebussen ñ sind für das Gesamtbild nicht entscheidend.

5.3. Bemerkungen

Als wichtigste Bemerkung wurde in mehreren Fragebogen das "Rumpeln" oder "Scheppern" (auch "Holpern" oder "Riegeln") der Lastwagen beim Überfahren von Schachtdeckeln und Belagsunebenheiten bemängelt.

Im Übrigen empfinden einzelne Anwohner das Motorengeräusch einzelner Fahrzeuge als zu laut, zu "kernig" oder zu "hochtourig". Die Geschwindigkeit 10 km/h wird teilweise schlechter beurteilt als 20 km/h.

Nicht in direktem Zusammenhang mit dem Betriebstest, aber der Vollständigkeit halber dennoch erwähnt, seien die Hinweise auf eine gewünschte Mittagspause von 12 bis 13 Uhr und der Hinweis, dass die Lastwagen "am morgen früh am schlimmsten" stören.

5.4. Mittelbildung

Die Einteilung in die Kategorien kann über beide Serien und über alle Fragebogen gemittelt werden. Dazu werden die folgenden Bewertungen zugeordnet:

Kategorie	Bewertung
"schlimm",	1
"ungenügend"	2

Kategorie	Bewertung
"genügend"	3
"gut"	4

Nach der Mittelbildung wird der Zahlenwert wieder in das Bewertungsschema übertragen. Dabei entspricht z.B. ein Wert von 2.5 der Grenze zwischen "ungenügend" und "genügend" und ein Wert von 3.5 dem Mittel zwischen "genügend" und "gut".

6. Ergebnisse der Fragebogen

6.1. Detaillierte Bewertung (Mittelwert Serie 1 + 2)

				Geschw.:	Lärm-Bewertung			
Nr. S1	Nr. S2	Fahrzeug / Beladung	Fahrt-Richtung	Vorgabe an Chauffeur	schlimm	unge-nügend	ge-nügend	gut
1	51	LW 1 Beladen	Weg	30 km/h		X		
2	52	LW 2 Beladen	Weg	30 km/h		X		
3	53	LW 3 Leer	Weg	30 km/h		X		
4	54	LW 4 Leer	Weg	30 km/h		X		
5	55	Montagebus 1	Weg	30 km/h			X	
6	56	Montagebus 2	Weg	30 km/h			X	
7	57	LW 1 Beladen	Zu	30 km/h		X		
8	58	LW 2 Beladen	Zu	30 km/h		X		
9	59	LW 3 Leer	Zu	30 km/h		X		
10	60	LW 4 Leer	Zu	30 km/h		X		
11	61	Montagebus 1	Zu	30 km/h			X	
12	62	Montagebus 2	Zu	30 km/h			X	
Mittelwert Lastwagen			beide	30 km/h		X		
Mittelwert Montagebus							X	
13	63	LW 1 Beladen	Weg	20 km/h		X		
14	64	LW 2 Beladen	Weg	20 km/h		X		
15	65	LW 3 Leer	Weg	20 km/h		X		
16	66	LW 4 Leer	Weg	20 km/h			X	
17	67	Montagebus 1	Weg	20 km/h				X
18	68	Montagebus 2	Weg	20 km/h				X
19	69	LW 1 Beladen	Zu	20 km/h		X		
20	70	LW 2 Beladen	Zu	20 km/h			X	
21	71	LW 3 Leer	Zu	20 km/h		X		
22	72	LW 4 Leer	Zu	20 km/h			X	
23	73	Montagebus 1	Zu	20 km/h				X
24	74	Montagebus 2	Zu	20 km/h				X
Mittelwert Lastwagen			beide	20 km/h			X	
Mittelwert Montagebus								X
25	75	LW 1 Beladen	Weg	10 km/h		X		
26	76	LW 2 Beladen	Weg	10 km/h		X		
27	77	LW 3 Leer	Weg	10 km/h		X		
28	78	LW 4 Leer	Weg	10 km/h		X		
29	79	Montagebus 1	Weg	10 km/h				X
30	80	Montagebus 2	Weg	10 km/h				X
31	81	LW 1 Beladen	Zu	10 km/h			X	
32	82	LW 2 Beladen	Zu	10 km/h			X	
33	83	LW 3 Leer	Zu	10 km/h			X	
34	84	LW 4 Leer	Zu	10 km/h			X	
35	85	Montagebus 1	Zu	10 km/h				X
36	86	Montagebus 2	Zu	10 km/h				X
Mittelwert Lastwagen			beide	10 km/h			X	
Mittelwert Montagebus								X
Zahlenwert Bewertung					1.5	2.5	3.5	

6.2. Mittelwert pro Fahrzeugkategorie und Geschwindigkeit

Mit den Bewertungen gemäss Kap. 5.4 ergeben sich die folgenden zahlenmässigen Mittelwerte über beide Serien (Details und grafischer Überblick vgl. vorstehende Seite):

Fahrzeug	Richtung	Geschwindigkeit	Bewertung
Lastwagen	beide	30 km/h	2.2
Montagebus	beide	30 km/h	3.5
Lastwagen	beide	20 km/h	2.6
Montagebus	beide	20 km/h	3.8
Lastwagen	beide	10 km/h	2.7
Montagebus	beide	10 km/h	3.9

Sowohl die vorstehenden Zahlenwerte (höhere Bewertungen) als auch der grafische Überblick (Verschiebung nach rechts in der Tabelle in Kap. 6.1) zeigen klar, dass die Lärmbelastung bei tieferen Geschwindigkeiten als weniger störend empfunden wird.

Dabei ist die Wirkung einer ersten Reduktion von 30 km/h auf 20 km/h auf das subjektive Lärmempfinden deutlich grösser als die Wirkung einer weiteren Reduktion von 20 km/h auf 10 km/h.

Auch die Lärmmessungen zeigen zwischen 30 km/h und 20 km/h eine relevante Lärmdifferenz und zwischen 20 km/h und 10 km/h nur noch geringe Veränderungen (vgl. Kap. 4.3). Damit bestätigt der durchschnittliche Eindruck der Betroffenen (Fragebogen) die Ergebnisse der Lärmmessungen.

7. Empfehlung zur Reduktion der Lärmbelastung

7.1. Tiefere Geschwindigkeit

Sowohl die Messungen als auch die Auswertung der Fragebogen zeigen, dass die Lärmbelastung mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h weniger störend ist als mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h. Aufgrund dieser Ergebnisse wird empfohlen, die Chauffeure der Betriebsfahrten zukünftig anzuweisen, auf der Flurstrasse höchstens 20 km/h zu fahren.

Mit dieser tieferen Geschwindigkeit nehmen die potentiellen Anhaltelängen (Bremsweg) der Lastwagen und Montagebusse ab und das Sichtfeld der Chauffeure vergrössert sich. Dadurch kann auch die allgemeine Verkehrssicherheit erhöht werden. Ausserdem werden die Betriebsfahrten von den Fussgängern und Radfahrenden auf der Flurstrasse als weniger gefährlich empfunden. Für die Massnahme ist bezüglich der signalisierten Geschwindigkeit "Tempo-30-Zone" keine Anpassung erforderlich.

7.2. Schulung der Chauffeure

Der Vergleich zwischen einzelnen Fahrten mit auffälligen Ergebnissen zeigt, dass das Fahrverhalten die Lärmbelastung bei niedrigen Geschwindigkeiten stark beeinflusst. Ein zusätzliches Potential zur Lärmreduktion liegt damit in der Schulung / Instruktion der Chauffeure.

7.3. **Ausbesserung Belagsschäden / Schachtdeckel**

Vor allem für das subjektive Empfinden sind die bestehenden Belagsschäden sowie lose Schachtdeckel bei Lastwagenüberfahrten stark störend. Nachfolgend sind zwei Beispiele von Belagsschäden aufgeführt.



Zur Reduktion der Lärmbelastung für die Anwohner ist auf der Flurstrasse eine Sanierung der Belagsschäden sowie eine Kontrolle (und allfällige Verbesserung) aller Schachtdeckel zu empfehlen.

8. **Beilagenverzeichnis**

Messdaten: Serie 1

Beilage 1

Messdaten: Serie 2

Beilage 2

Innovationsprojekt
Gottfried Baumgartner Hagendorn

Messdaten: Serie 1

Nr.	Fahrzeug / Beladung	Fahrt- Rich- tung	Geschw.:	Geschw.	Lärmmessung Standort 1		Lärmmessung Standort 2	
			Vorgabe an Chauffeur	Messung Team- verkehr (km/h)	Mittel (Leq) in dB(A)	Maximum (L max) in dB(A)	Mittel (Leq) in dB(A)	Maximum (L max) in dB(A)
1	LW 1 Beladen	Weg	30 km/h	28	74.8	83.4	66.1	73.9
2	LW 2 Beladen	Weg	30 km/h	26	74.4	81.4	69.2	76.7
3	LW 3 Leer	Weg	30 km/h	29	76.8	87.2	69.8	76.7
4	LW 4 Leer	Weg	30 km/h	28	74.8	82.0	70.1	77.0
5	Montagebus 1	Weg	30 km/h	27	58.6	66.7	62.2	66.0
6	Montagebus 2	Weg	30 km/h	28	63.2	71.0	57.4	62.5
7	LW 1 Beladen	Zu	30 km/h	29	71.6	80.7	74.7	83.8
8	LW 2 Beladen	Zu	30 km/h	31	73.2	81.0	73.6	83.4
9	LW 3 Leer	Zu	30 km/h	29	73.6	83.2	77.0	87.5
10	LW 4 Leer	Zu	30 km/h	29	72.2	82.8	74.6	84.4
11	Montagebus 1	Zu	30 km/h	28	63.0	69.5	61.8	67.9
12	Montagebus 2	Zu	30 km/h	29	60.9	68.9	62.4	71.0
13	LW 1 Beladen	Weg	20 km/h	22	73.7	83.0	67.7	74.3
14	LW 2 Beladen	Weg	20 km/h	20	73.0	79.0	68.6	75.5
15	LW 3 Leer	Weg	20 km/h	20	70.5	77.6	68.5	73.6
16	LW 4 Leer	Weg	20 km/h	20	72.2	80.1	68.1	75.9
17	Montagebus 1	Weg	20 km/h	18	56.2	62.7	59.5	66.1
18	Montagebus 2	Weg	20 km/h	18	54.6	62.2	Störgeräusche	
19	LW 1 Beladen	Zu	20 km/h	23	71.8	80.7	73.4	83.0
20	LW 2 Beladen	Zu	20 km/h	20	66.5	74.5	74.3	84.7
21	LW 3 Leer	Zu	20 km/h	22	70.6	80.9	71.5	79.1
22	LW 4 Leer	Zu	20 km/h	20	68.7	77.4	72.8	81.9
23	Montagebus 1	Zu	20 km/h	21	56.2	63.9	56.4	64.0
24	Montagebus 2	Zu	20 km/h	22	57.6	66.1	58.3	64.8
25	LW 1 Beladen	Weg	10 km/h	<10	73.0	81.6	68.8	73.4
26	LW 2 Beladen	Weg	10 km/h	<10	71.1	76.0	71.3	76.6
27	LW 3 Leer	Weg	10 km/h	<10	71.0	77.7	68.1	73.4
28	LW 4 Leer	Weg	10 km/h	<10	72.3	78.9	70.5	76.6
29	Montagebus 1	Weg	10 km/h	<10	53.5	58.4	58.3	68.7
30	Montagebus 2	Weg	10 km/h	<10	54.3	57.8	59.2	64.1
31	LW 1 Beladen	Zu	10 km/h	26	69.9	77.3	72.1	82.8
32	LW 2 Beladen	Zu	10 km/h	<10	70.7	78.9	74.1	84.0
33	LW 3 Leer	Zu	10 km/h	<10	72.4	79.1	71.2	77.7
34	LW 4 Leer	Zu	10 km/h	<10	70.4	78.5	71.7	80.7
35	Montagebus 1	Zu	10 km/h	<10	55.2	60.0	57.9	66.2
36	Montagebus 2	Zu	10 km/h	<10	56.1	59.1	58.4	62.3

Innovationsprojekt
Gottfried Baumgartner Hagendorn

Messdaten: Serie 2

Nr.	Fahrzeug / Beladung	Fahrt- Rich- tung	Geschw.:	Geschw.	Lärmmessung Standort 1		Lärmmessung Standort 2	
			Vorgabe an Chauffeur	Messung Team- verkehr (km/h)	Mittel (Leq) in dB(A)	Maximum (L max) in dB(A)	Mittel (Leq) in dB(A)	Maximum (L max) in dB(A)
51	LW 1 Beladen	Weg	30 km/h	29	75.8	86.4	67.2	75.0
52	LW 2 Beladen	Weg	30 km/h	28	74.2	83.8	66.8	80.8
53	LW 3 Leer	Weg	30 km/h	30	75.1	83.7	69.5	76.5
54	LW 4 Leer	Weg	30 km/h	28	75.3	83.3	68.5	80.4
55	Montagebus 1	Weg	30 km/h	24	59.3	66.9	57.5	65.2
56	Montagebus 2	Weg	30 km/h	24	57.6	65.7	60.7	63.3
57	LW 1 Beladen	Zu	30 km/h	30	72.4	82.0	75.2	84.5
58	LW 2 Beladen	Zu	30 km/h	32	71.8	82.7	76.8	88.6
59	LW 3 Leer	Zu	30 km/h	29	73.0	81.8	76.3	86.0
60	LW 4 Leer	Zu	30 km/h	27	71.7	81.8	74.9	84.4
61	Montagebus 1	Zu	30 km/h	27	61.9	72.2	59.1	68.6
62	Montagebus 2	Zu	30 km/h	29	61.4	71.3	60.6	70.5
63	LW 1 Beladen	Weg	20 km/h	21	73.5	82.0	67.0	74.6
64	LW 2 Beladen	Weg	20 km/h	22	72.5	80.9	66.6	74.4
65	LW 3 Leer	Weg	20 km/h	20	72.1	79.4	68.1	73.3
66	LW 4 Leer	Weg	20 km/h	21	72.6	80.1	68.2	73.1
67	Montagebus 1	Weg	20 km/h	18	60.9	63.4	55.2	59.2
68	Montagebus 2	Weg	20 km/h	18	56.5	62.8	54.9	60.8
69	LW 1 Beladen	Zu	20 km/h	22	71.5	81.3	73.2	83.3
70	LW 2 Beladen	Zu	20 km/h	21	69.2	78.0	73.3	81.9
71	LW 3 Leer	Zu	20 km/h	21	71.3	80.4	72.0	81.2
72	LW 4 Leer	Zu	20 km/h	20	68.3	76.7	73.7	84.3
73	Montagebus 1	Zu	20 km/h	19	59.4	66.2	59.4	65.6
74	Montagebus 2	Zu	20 km/h	20	59.8	66.6	60.0	66.7
75	LW 1 Beladen	Weg	10 km/h	<10	73.2	82.0	68.0	72.5
76	LW 2 Beladen	Weg	10 km/h	<10	74.8	83.7	72.2	77.8
77	LW 3 Leer	Weg	10 km/h	<10	70.5	76.1	70.3	74.7
78	LW 4 Leer	Weg	10 km/h	<10	71.2	77.7	70.6	76.6
79	Montagebus 1	Weg	10 km/h	<10	52.5	57.8	57.7	67.7
80	Montagebus 2	Weg	10 km/h	<10	54.1	60.4	Störgeräusche	
81	LW 1 Beladen	Zu	10 km/h	17	70.4	77.3	71.9	80.7
82	LW 2 Beladen	Zu	10 km/h	<10	68.5	74.4	72.2	83.0
83	LW 3 Leer	Zu	10 km/h	<10	70.0	76.9	71.8	79.2
84	LW 4 Leer	Zu	10 km/h	<10	70.6	78.2	70.7	78.5
85	Montagebus 1	Zu	10 km/h	<10	56.5	60.5	56.4	59.4
86	Montagebus 2	Zu	10 km/h	<10	Regen		57.4	65.5