

Empa
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
T +41 44 823 55 11
F +41 44 821 62 44
www.empa.ch



Materials Science & Technology

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Messung von Containerentleerungen an der Sammelstelle St. Jakobstrasse in Zürich

Untersuchungsbericht: EMPA-Nr. 456'052-2, int. 591.2477
Ihr Auftrag vom: 9. September 2010
Anzahl Seiten inkl. Beilagen: 12

Inhalt

Impressum

Zusammenfassung

- 1 Ausgangslage
- 2 Situation
- 3 Durchführung der Messungen
- 4 Auswertung und Ergebnisse
- 5 Resultate

Dübendorf, 13. Dezember 2011

Der Projektleiter:

Dr. J.M. Wunderli

Abteilung Akustik / Lärminderung

Der Abteilungsleiter:

K. Eggenschwiler

Anmerkung: Bericht und Unterlagen werden 10 Jahre archiviert.

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Lärmbekämpfung, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Abteilung Akustik

Autoren: Jean Marc Wunderli, Philipp Weber

Begleitung BAFU: Kornel Köstli

Hinweis: Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst.
Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Zusammenfassung

Die Empa, Abteilung Akustik/Lärminderung wurde durch das Bafu, Abteilung Lärmbekämpfung beauftragt, einen Überblick zu den technischen und rechtlichen Grundlagen des Lärms von Recyclingsammelstellen zu erstellen. Im Rahmen dieses Auftrages wurden Messungen von Containerentleerungen an der Sammelstelle St. Jakobstrasse in Zürich durchgeführt, welche in der vorliegenden Ergänzung zum Hauptbericht mit Empa-Nr. 456'052 dokumentiert werden.

Im September wurden von der Empa zwei Messungen an der erwähnten Sammelstelle vorgenommen. Die erste (12.09.2011) erfasste ein gewöhnliches Leerungsereignis, bei der zweiten (19.09.2011) wurden kontrolliert Container von zwei Systemen und mit unterschiedlichen Füllgraden gemessen. Das Ziel einen Zusammenhang zwischen dem Füllgrad des Containers und dem verzeichneten Schallereignispegel zu finden wurde erreicht. Zwischen der entleerten Glasmenge und dem Emissionspegel lässt sich ein linearer Zusammenhang feststellen, welcher Emissionsprognosen anhand der Kenntnis des Füllgrades zulassen. Die Fallhöhe als weiterer Einflussparameter wurde nicht variiert.

1 Ausgangslage

Die Empa, Abteilung Akustik/Lärminderung wurde durch das Bafu, Abteilung Lärmbekämpfung per 15. September 2010 beauftragt, einen Überblick zu den technischen und rechtlichen Grundlagen des Lärms von Recyclingsammelstellen zu erstellen. Wie sich im Rahmen der Abklärungen heraus gestellt hat, spielen als markantes Schallereignis die Leerungen der Sammelcontainer in den Sammellastwagen eine wesentliche Rolle. Da nur sehr wenige gesicherte Messdaten zu diesem Schallereignis vorliegen, wurde beschlossen, ergänzende Messungen vorzunehmen. Die Durchführung der Messungen, die Auswertung sowie die dabei ermittelten Resultate werden in diesem Messbericht dokumentiert.

2 Situation

Die Messungen fanden bei der Sammelstelle St. Jakobstrasse in Zürich statt. Es handelt sich dabei um eine Sammelstelle mit fünf Unterflur-Containern, vier für Glas und einen für Altmetall (siehe Abbildung 1). Beim Leerungsvorgang werden diese mit einem hydraulischen Kran angehoben und ihr Inhalt auf die Ladefläche, welche in Kompartimente unterteilt ist, geschüttet (siehe Abbildung 2 bzw. Abbildung 3).



Abbildung 1: Blick von Vorne auf die Sammelstelle St. Jakobstrasse in Zürich.



Abbildung 2: Anheben eines Unterflurcontainers bei der Entleerung in ein Sammelfahrzeug.



Abbildung 3: Entleerungen von Containern in das "Grünlas-Kompartiment" des Sammellastwagens. Auf dem linken Bild ist ein Unterflurcontainer zu sehen, auf dem rechten Bild ein Container des Typs "Ökowab".

3 Durchführung der Messungen

Es wurden zwei Messungen durchgeführt. Die erste Messung vom 12. September 2011 hatte zum Ziel eine gewöhnliche Leerung der vorhandenen Unterflur-Container zu erfassen. Bei der zweiten Messung vom 19. September 2011 wurden gezielt die Füllgewichte variiert. Dazu wurden neben den Unterflur-Containern fünf Container des Systems „Ökowab“ an der Messstelle angeliefert, wodurch insgesamt acht Leerungen von Glascontainern und zwei Metallcontainer erfasst werden konnten. Als Fahrzeug wurde bei der Leerung ein Lastwagen mit einer offenen, in vier Kompartimente (drei Glassorten und Metall) unterteilten Ladebrücke eingesetzt.

Bei beiden Messterminen wurde dieselbe Anordnung der Mikrofonpositionen gemäss Abbildung 4 verwendet. An allen 4 Messpunkten, welche sich auf einem Radius von 10 m um den ungefähren Mittelpunkt des Lastwagens befanden, wurden je zwei Mikrofone installiert. Es befand sich jeweils ein Mikrofon auf einer Höhe von 1.5 m und ein zweites auf der Höhe von 5 m über Terrain. Auf der Messhöhe von 5 m kamen Schallpegelmesser vom Typ Brüel & Kjaer 2238, auf 1.5 m Höhe Studiomikrofone vom Typ Brüel & Kjaer 4006 zum Einsatz. Die Aufnahmen wurden auf zweikanaligen Harddiskrecordern vom Typ Sound Device 702T inklusive Kalibrationssignal als Wave-Dateien aufgezeichnet.

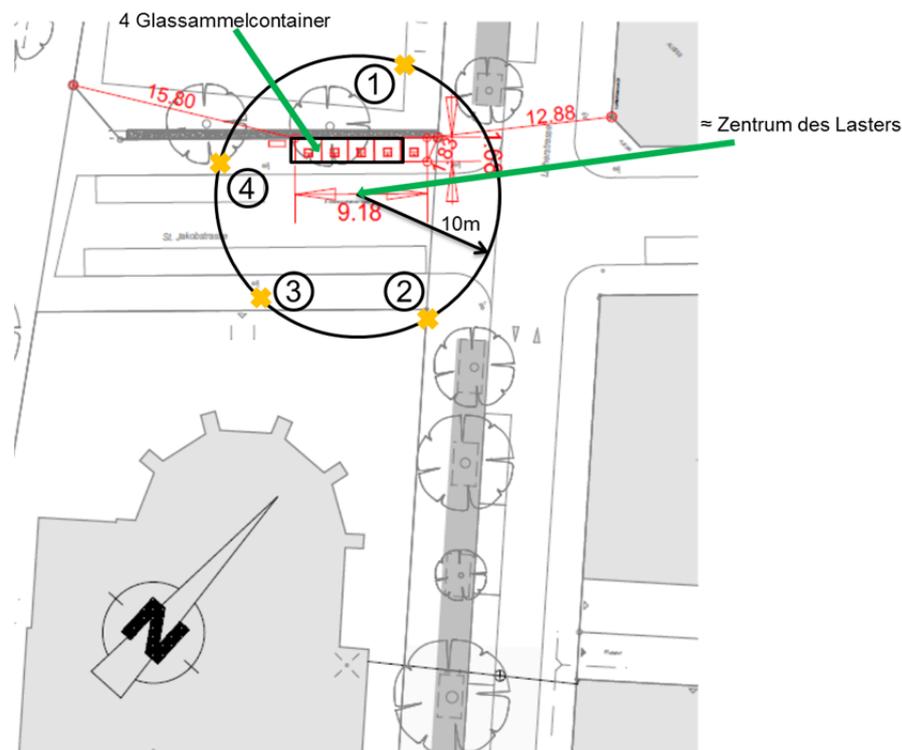


Abbildung 4: Situation St. Jakobsstrasse und Anordnung der Messpositionen



Abbildung 5: Messpunkte 1 und 2 gemäss dem Übersichtsplan aus Abbildung 4.



Abbildung 6: Messpunkt 3 gemäss dem Übersichtsplan aus Abbildung 4.



Abbildung 7 Position des Sammelfahrzeugs mit Messpunkt 4 im Hintergrund.

Bei der ersten Messung wurde während rund 30 Minuten das Hintergrundgeräusch, welches durch den Verkehr auf der Strasse westlich der Sammelstelle (insbesondere die Vorbeifahrten von Strassenbahnen und Lastwagen) und durch das Läuten der Kirchenglocke dominiert wird, aufgezeichnet. Die Anfahrt und die Installation des Lastwagens wurden ebenfalls erfasst. In der Folge wurden zuerst die 4 Glassammelcontainer geleert, dann der Container, welcher das Altmittel enthielt.

Für die zweite Messung wurden 5 Ökowab-Container geliefert (4 mit Glas gefüllte und ein Altmittelsammler). Die Messung wurde gestartet, als der Sammelwagen die Ökowab-Container vom Lastwagen, welcher diese anlieferte, herunterhob. Dabei konnten eine längere Zeit die Hydraulik-Geräusche aufgezeichnet werden. In der Folge wurden zuerst die 5 Ökowab-Container geleert, danach die 5 Unterflurcontainer.

4 Auswertung und Ergebnisse

Aus den Aufnahmen der beiden Messkampagnen wurden pro Messpunkt mit der Analyse-Software FAMOS der Pegel-Zeit-Verlauf als A-bewerteter Kurzzeit- L_{eq} mit einer zeitlichen Auflösung von 100 ms für beide Mikrofonhöhen bestimmt. In Abbildung 8 bis Abbildung 11 sind die Ergebnisse der ersten Messkampagne graphisch dargestellt. Trotz des vergleichsweise hohen Hintergrundgeräusches sind die einzelnen Leerungen der Glascontainer als kurzzeitige Spitzen deutlich erkennbar. Die Leerung des Metallcontainers verursacht rund 10 dB(A) tiefere Emissionen.

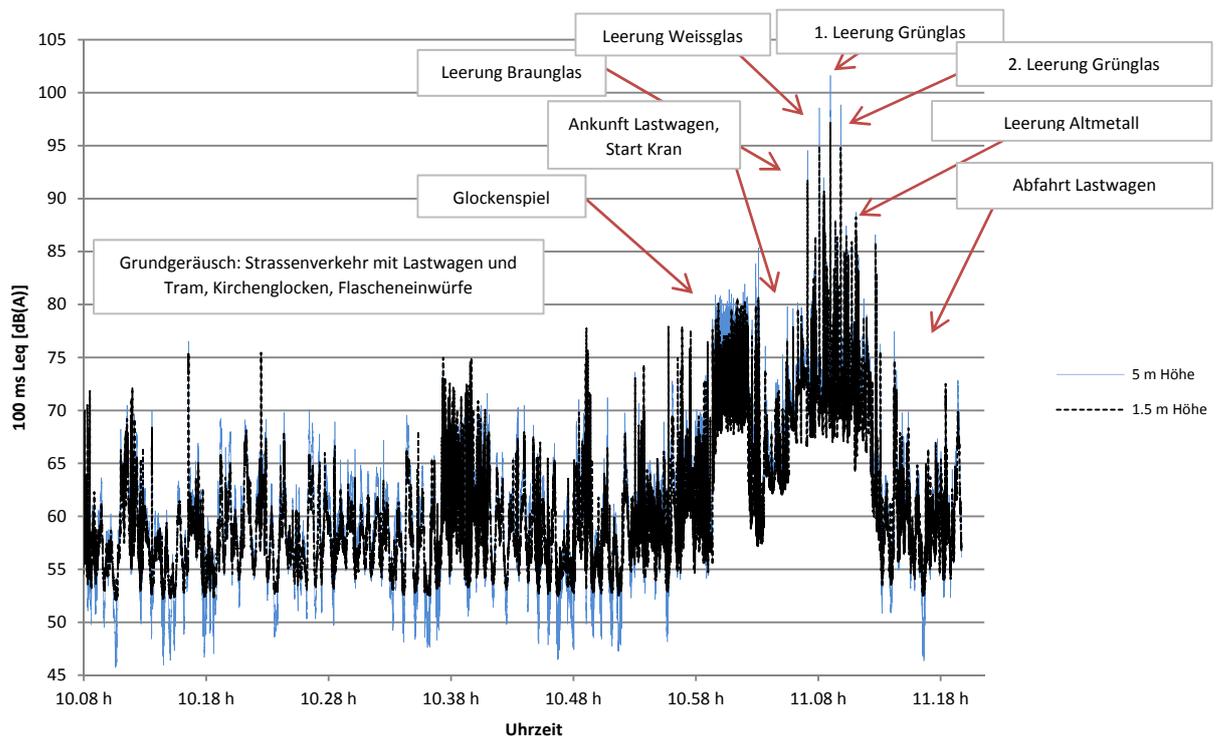


Abbildung 8: Messung vom 12. September 2011, Pegelschrieb für Messpunkt 1.

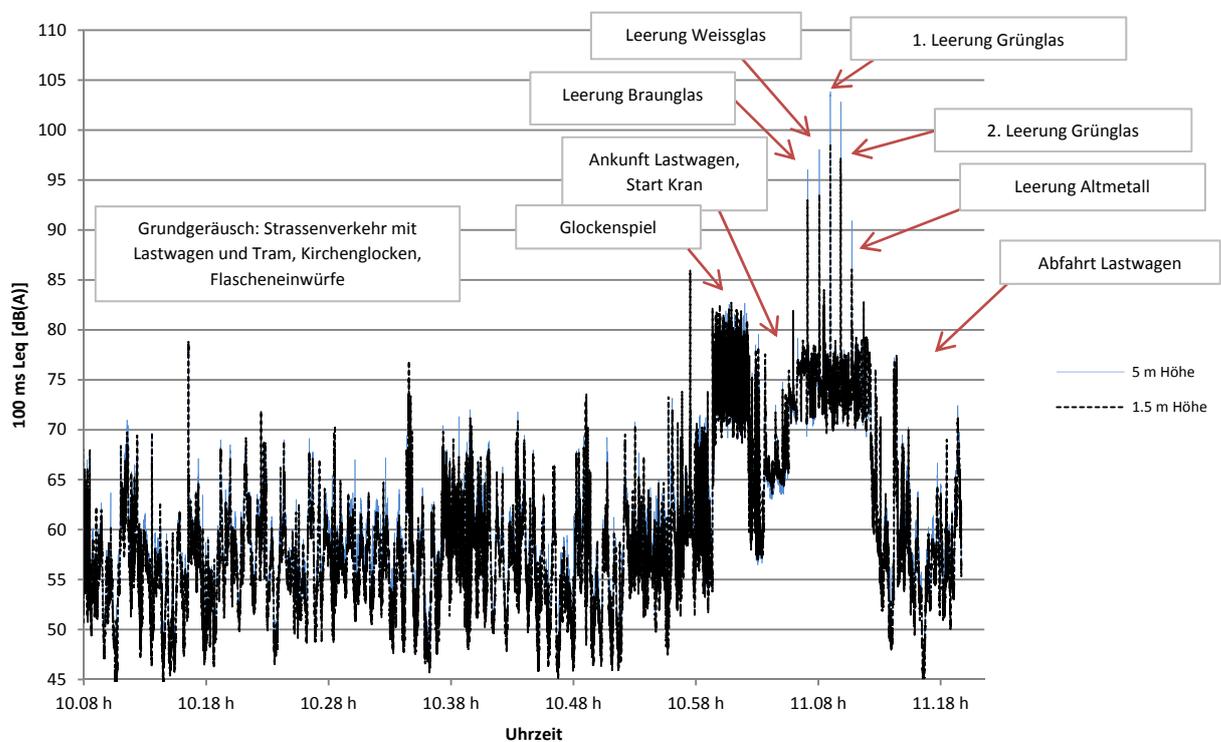


Abbildung 9: Messung vom 12. September 2011, Pegelschrieb für Messpunkt 2.

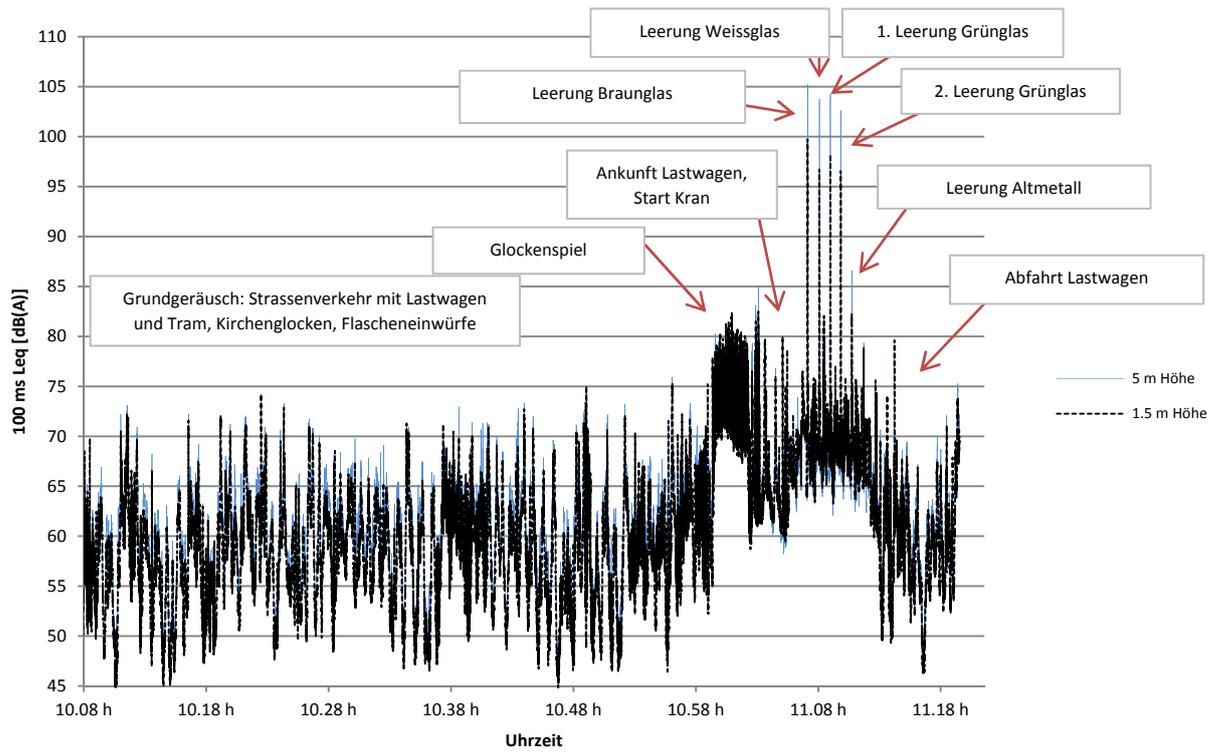


Abbildung 10: Messung vom 12. September 2011, Pegelschrieb für Messpunkt 3.

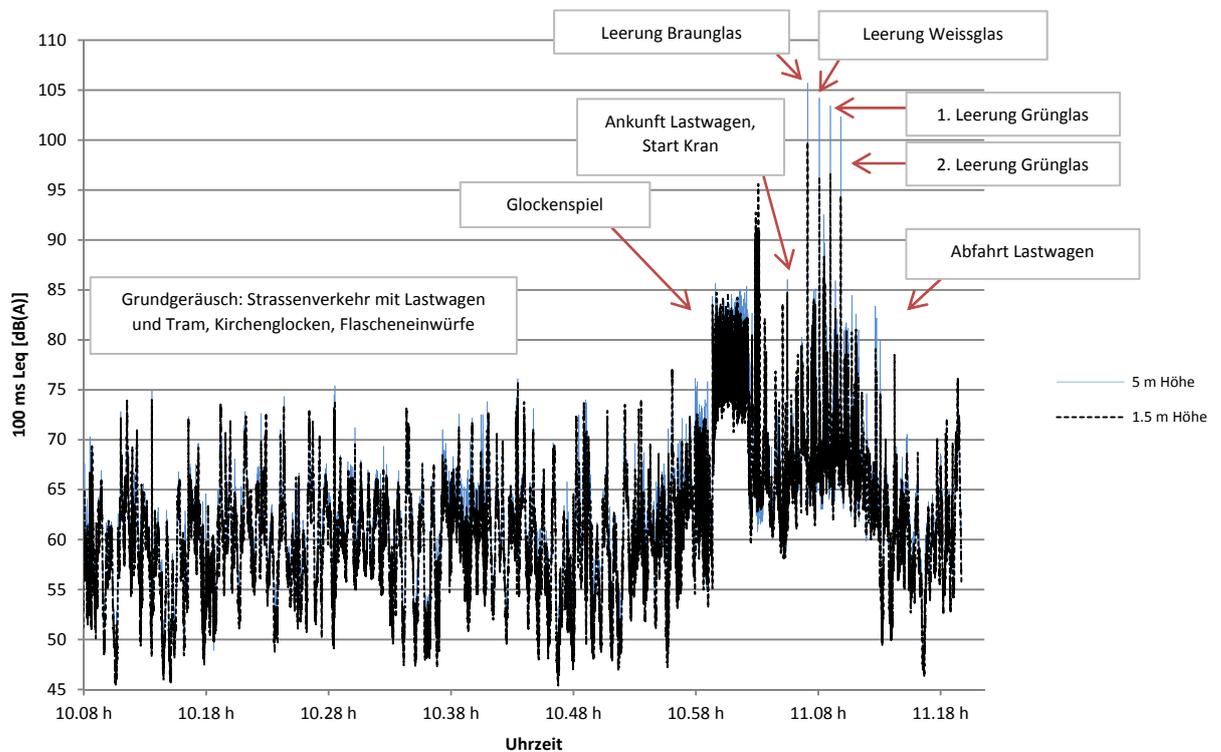


Abbildung 11: Messung vom 12. September 2011, Pegelschrieb für Messpunkt 4.

Die Messungen vom 19. September wurden analog ausgewertet. Abbildung 12 zeigt exemplarisch den Pegelschrieb von Messpunkt 2.

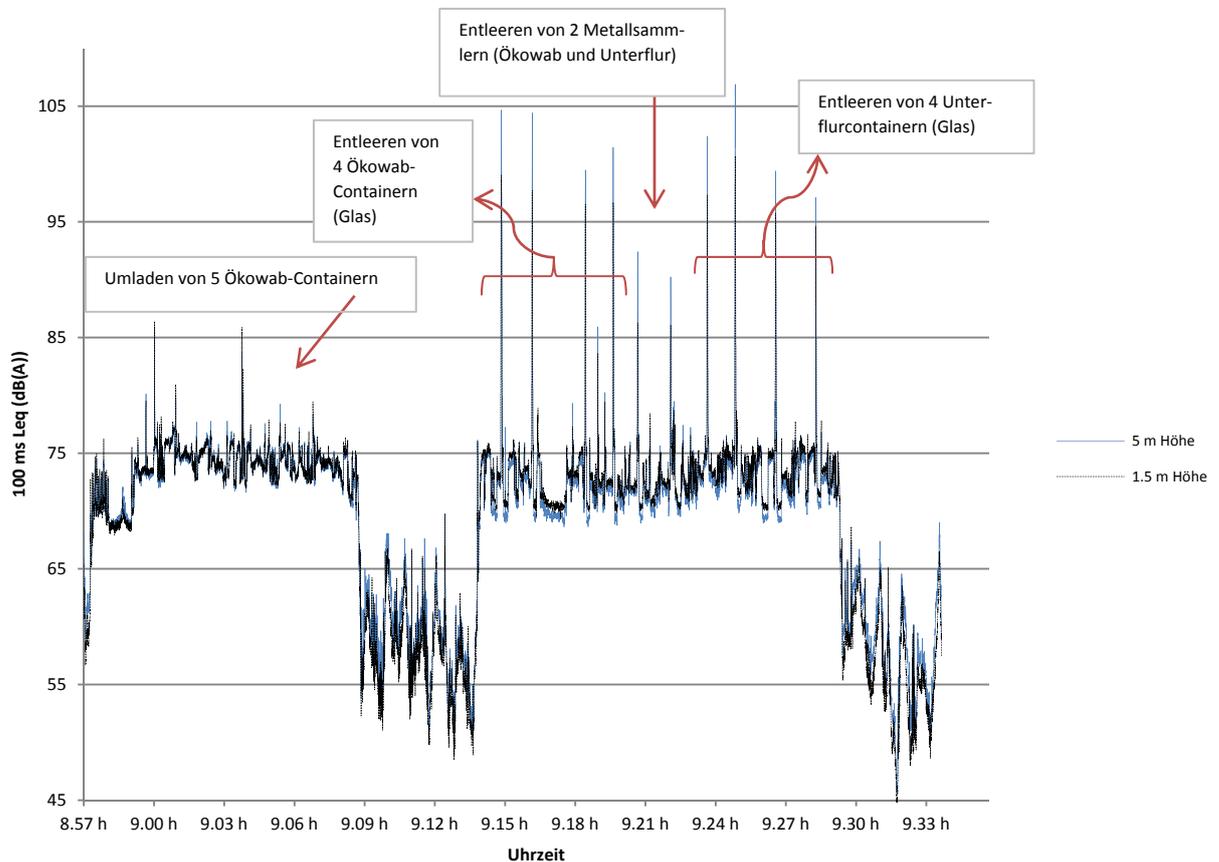


Abbildung 12: Messung vom 19. September 2011, Pegelschrieb für Messpunkt 2.

Die zweite Messung hatte zum Ziel, den Einfluss der zu leerenden Glasmenge auf den Schallemissionspegel zu untersuchen. Weitere Parameter, von welchen ein Einfluss auf die Schallemission erwartet wird, sind die Füllstände der Lastwagenkompartimente sowie die Fallhöhe. Diese Parameter wurden jedoch nicht variiert. So wiesen bei den Messungen sämtliche Kompartimente einen mittleren Füllstand auf. Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, wurde der Öffnungsmechanismus der Sammelcontainer ca. auf Höhe der Oberkante des Sammelbehälters ausgelöst. Die entsprechende Fallhöhe kann als typisch angesehen werden. Gemäss Aussage des Fahrers werden grössere Fallhöhen vermieden, da sonst die Gefahr besteht, dass das Sammelgut nicht vollständig im Transportcontainer landet. Eine Entleerung bei welcher der Container deutlich tiefer abgesenkt wird und sich die Öffnung innerhalb des Transportbehälters befindet, wäre aus akustischer Sicht auf jeden Fall vorteilhaft. Entsprechend instruiert Recycling Zürich die Fahrer der Sammelfahrzeuge auch, auf diesen Aspekt zu achten. Da eine entsprechende Entleerung zeitaufwändiger und anspruchsvoller ist, muss jedoch davon ausgegangen werden, dass in der Praxis eine Entleerung aus grösserer Höhe – so wie sie anlässlich der Messung erfasst wurde – die Regel darstellt.

5 Resultate

Für den Hauptbericht mit Empa-Nr. 456'052 wurden für alle Leerungsereignisse A-bewertete Schallereignispegel L_{AE} bestimmt. Das entleerte Glasgewicht konnte mithilfe der Waage des hydraulischen Krans direkt gemessen werden. Aus den Schallereignispegeln wurde daraus gemäss der nachfolgenden Formel auf den immissionsrelevanten Einzelereignis-Schallleistungspegel zurückgerechnet:

$$L_{WAE} = L_{AE} + 10 \cdot \log(4\pi r^2) - 3$$

Als Quelhöhe wurde 4.5 m über Boden bei einem horizontalen Abstand von 10 m angenommen. Mit 3 dB wird ein Richtwirkungsmass für die Abstrahlung in den Halbraum berücksichtigt. Die so resultierenden Ausbreitungsdämpfungen betragen 28.0 dB für die Messpunkte in 5 m Höhe und 28.4 dB für die Messpunkte in 1.5 m. Aus der energetischen Mittelung der vier Messpunkte pro Mikrofonhöhe lässt sich der in Abbildung 13 gezeigte Zusammenhang zwischen Einzelereignis-Schallleistungspegel und der entleerten Glasmenge herleiten. Der resultierende Einzelereignis-Pegel weist einen linearen Zusammenhang zur entleerten Glasmenge auf. Dieser ist unabhängig vom eingesetzten Containersystem. Aufgrund der Abschirmung durch den Fahrzeugkasten liegen die Messwerte des unteren Niveaus generell rund 6 dB(A) tiefer.

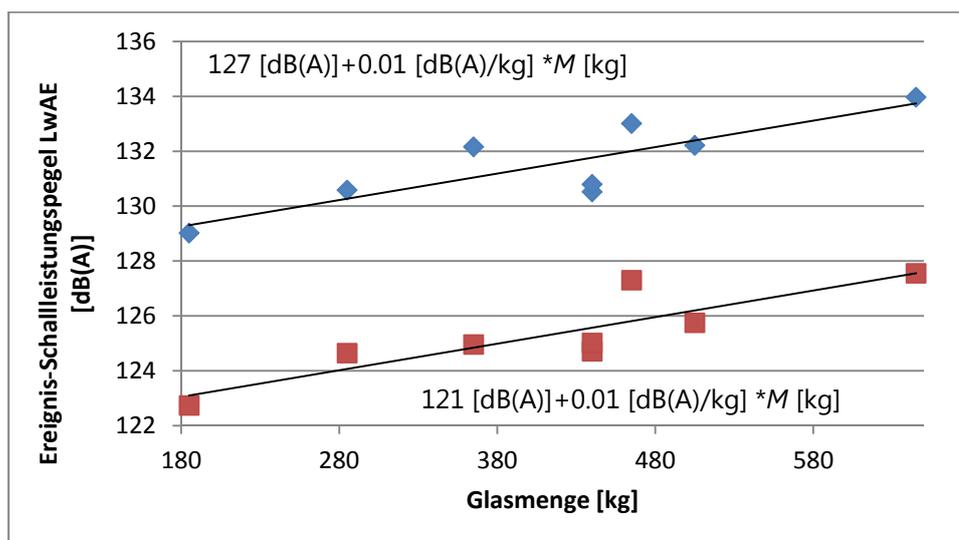


Abbildung 13: Emissionswerte für die Entleerung von Ökowab- und Unterflurcontainern in ein Sammelfahrzeug in Abhängigkeit der entleerten Sammelmenge. Die Messdaten auf Höhe 5 m sind als blaue gedrehte Quadrate und diejenigen auf Messhöhe 1.5 m als rote Quadrate dargestellt.

Vor Beginn der Containerentleerungen wurden die fünf Container des Systems „Ökowab“ von einem separaten Lastwagen entladen und neben die Unterflurcontainer gestellt. Dieser Entladungsvorgang wurde dazu verwendet, einen mittleren Schallpegel für die hydraulischen Geräusche zu ermitteln, welche beim Heben und Zurückstellen der Container entstehen. Unter der Annahme einer Quelhöhe von 3 m über Boden wurde sowohl im Mittel der Mikrofone auf 5 m als auch derjenigen auf 1.5 m ein mittlerer Schallleistungspegel von 99.4 dB(A) bestimmt. Für die Lastwagenbereitstellung inkl. An- und Wegfahrt wurde ein mittlerer Schallleistungspegel von 94.2 dB(A) ermittelt. Für die Bereitstellung des Lastwagens inkl. An- und Wegfahrt wurde ausgehend von der Messung vom 12. September eine Dauer von sechs Minuten und für das Heben und Zurückstellen eines Containers eine mittlere Dauer von einer Minute ausgewertet. Daraus ergibt sich für die Lastwagenbereitstellung inkl. An- und Wegfahrt ein Einzelereignis-Schallleistungspegel von $L_{WAE} = 119.8$ dB(A) und für das Heben und Zurückstellen eines Containers $L_{WAE} = 117.2$ dB(A). Die Messun-

sicherheit unter Berücksichtigung der Messkette und Messgeometrie wird auf 2 dB(A) geschätzt. Schwankungen aufgrund unterschiedlicher Sammelsysteme, Fallhöhen, usw. sind bei dieser Abschätzung nicht berücksichtigt.