

TEXTE

151/2025

Abschlussbericht

Beurteilung und Minderung des Lärms bei Recyclingvorgängen

von:

Sebastian Eggers, Frank Heidebrunn, Sebastian Köper, Oliver Riek
LÄRMKONTOR GmbH, Hamburg

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 151/2025

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3720 55 101 0
FB001720

Abschlussbericht

Beurteilung und Minderung des Lärms bei Recyclingvorgängen

von

Sebastian Eggers, Frank Heidebrunn, Sebastian Köper,
Oliver Riek
LÄRMKONTOR GmbH, Hamburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

LÄRMKONTOR GmbH
Altonaer Poststraße 13 b
22767 Hamburg

Abschlussdatum:

Dezember 2024

Redaktion:

Fachgebiet I 2.4 „Lärminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen“
Christian Fabris (Fachbegleitung)

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-7690>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Dezember 2025

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Beurteilung und Minderung des Lärms bei Recyclingvorgängen

Als Bestandteil der Daseinsvorsorge werden in Städten öffentliche Sammelplätze zur Entsorgung von recyclingfähigen Abfällen bereitgestellt und bewirtschaftet. Der Bevölkerung wird so zumeist wohnortnah im öffentlichen Raum eine dezentrale Entsorgungsmöglichkeit angeboten. Die Entsorgung erfolgt über Containersysteme für unterschiedliche Materialgruppen und Wertstoffe. Weitverbreitet ist das Sammlungsangebot für Altpapier und Altglas sowie für Altkleider. Der Betrieb dieser Sammelplätze bedingt Geräuschemissionen. Diese entstehen sowohl beim eigentlichen Entsorgungsvorgang als auch bei der gewerblichen Abholung der recyclingfähigen Abfälle im Rahmen der Containerleerung in Sammelfahrzeuge. Nicht selten führt die Nutzung und der Betrieb dieser Sammelstandorte zu Beschwerden aus der Nachbarschaft und wird Gegenstand von Rechtsstreitigkeiten, die oft auch auf Lärmkonflikte Bezug nehmen. In diesem Forschungsprojekt werden die relevanten Geräuschquellen von Sammelstandorten messtechnisch ermittelt und schallschutzfachlich eingeordnet. Daraus werden Handlungsempfehlungen für lärmoptimierte Planungen und Betrieb der Containerstandorte abgeleitet. Mit diesen Empfehlungen sollen das Problembewusstsein im Sinne der Lärmvermeidung geschärft und Möglichkeiten zur schalltechnischen Konfliktbewältigung angeboten werden.

Abstract: Assessment and reduction of noise during recycling processes

As part of public services, public collection points are provided and managed in cities for the disposal of recyclable waste. The population is thus offered a decentralized disposal option in public spaces, usually close to their homes. Disposal takes place via container systems for different material groups and recyclable materials. The collection of used paper and glass as well as used clothing is widespread. The operation of these collection points causes noise emissions. These arise both during the actual disposal process and during the commercial collection of recyclable waste when the containers are emptied into collection vehicles. The use and operation of these collection sites often leads to complaints from the neighborhood and is the subject of legal disputes, which often also relate to noise conflicts. In this research project, the relevant noise sources of collection points are measured and classified in terms of noise protection. Recommendations for action for noise-optimized planning and operation of container sites are derived from this. These recommendations are intended to raise awareness of the problem in terms of noise avoidance and offer options for noise-related conflict management.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	13
Zusammenfassung.....	14
Summary	20
1 Einführung.....	27
1.1 Hintergrund.....	27
1.2 Problemstellung	27
1.3 Erkenntnisinteresse	28
1.4 Methodik und Vorgehensweise	28
2 Geräuschemissionen an Abfallsammelplätzen	31
2.1 Eingrenzung der Untersuchung	31
2.2 Bestehende Anforderungen.....	32
2.2.1 Rechtliche Regelungen der Planaufstellung	32
2.2.2 Immissionsschutzrechtliche Einordnung	32
2.2.3 Umweltpolitische Regelungen zum Betrieb	33
2.2.4 Verträglichkeit störender Abfallsammelplätze.....	34
2.3 Entwicklung der Emissionen von Altglascontainern	34
2.4 Geräuschrelevante Vorgänge	37
2.4.1 Emissionen bei Abgabe und Anfahrt.....	38
2.4.1.1 Altglas	38
2.4.1.2 Altpapier	38
2.4.1.3 Kfz-Fahrten.....	38
2.4.2 Emissionen bei der Abholung	39
2.4.2.1 Anfahrt, Leerlaufgeräusche und Krannutzung.....	39
2.4.2.2 Einzelereignisse beim Anhängen	39
2.4.2.3 Entleerung.....	39
2.4.2.4 Klappen	40
2.4.2.5 Aufsetz- und Anstoßgeräusche.....	40
2.4.2.6 Wechselbehälter als Alternative.....	40
2.4.3 Einfluss der Container	41
2.4.3.1 Containerbauarten.....	41
2.4.3.2 Containervolumen / Gesamtvolumen an Abfallsammelplätzen	43

2.4.3.3	Aufnahmesysteme	43
2.4.3.4	Entleerungssystem im Containerinneren	44
2.4.3.5	Ursachen von Einwurfgeräuschen	45
2.4.3.6	Lärmminderungsmaßnahmen an Depotcontainern	47
2.4.3.7	Wartungszustand	50
2.4.4	Einfluss des Standorts von Abfallsammelplätzen	51
2.5	Zusammenfassung des bisherigen Kenntnisstands	51
3	Messungen	55
3.1	Ausgangslage	55
3.2	Messgrundlagen	55
3.3	Messvorgänge	56
3.3.1	Containerleerung	56
3.3.1.1	Messverfahren	57
3.3.1.2	Messaufbau	57
3.3.1.3	Geräuschereignisse Altpapiercontainer	58
3.3.1.4	Geräuschereignisse Altglascontainer	59
3.3.1.5	Messergebnisse Containerleerungen	60
3.3.2	Altglaseinwurf	62
3.3.2.1	Messverfahren	62
3.3.2.2	Messaufbau	62
3.3.2.3	Geräuschereignisse Flascheneinwurf	62
3.3.2.4	Messergebnisse Flascheneinwürfe	63
3.3.3	Entleerung Müllbehälter	64
3.3.3.1	Messverfahren	64
3.3.3.2	Messaufbau	64
3.3.3.3	Messergebnisse Müllbehälter	65
3.3.4	Rollgeräusche Müllbehälter	65
3.3.4.1	Messverfahren	65
3.3.4.2	Messaufbau	65
3.3.4.3	Messergebnisse Müllcontainer	66
3.3.5	Sonstige Geräusche an Abfallsammelplätzen	67
3.3.5.1	Einfluss der Nutzenden	67
3.3.5.2	Verdichten von Wertstoff im Sammelbehälter	69
3.3.5.3	Einfluss auf Absetzgeräusche	71

3.3.5.4	Dauer für einen Entleerungsvorgang.....	72
3.3.5.5	Metallklappe an Papiercontainern	72
3.3.5.6	Weitere Geräuschereignisse.....	74
3.4	Zusammenfassung der Messungen	74
4	Lärmminderung an Abfallsammelplätzen	77
4.1	Mögliche Maßnahmen.....	78
4.1.1	Lärmoptimierte Planung und bauliche Maßnahmen.....	78
4.1.1.1	Standortfindung und Mindestabstände	78
4.1.1.2	Gestaltung der Containerstandorte.....	79
4.1.1.3	Abschirmungen.....	79
4.1.1.4	Wahl der Depotcontainerbauart	80
4.1.2	Betriebliche und organisatorische Lärmminderung	80
4.1.2.1	Personalschulung.....	80
4.1.2.2	Optimierung der Leerungsfahrten.....	81
4.1.2.3	Beschränkung der Einwurfzeiten.....	82
4.1.3	Technische Lärmminderung.....	82
4.1.3.1	Einwurfvorgänge.....	82
4.1.3.2	Entleervorgang.....	83
4.1.3.3	Sammelfahrzeuge	84
4.1.4	Ermittlung von Minderungspotenzialen	85
4.1.4.1	Potenziale bei der Containerleerung.....	85
4.1.4.2	Potenziale hinsichtlich lärmarmer Sammelfahrzeuge	89
4.1.4.3	Zusammenfassung zu Minderungspotenzialen	90
4.1.5	Zusammenfassung und Bewertung der Maßnahmen	91
4.2	Akteursbezogene Handlungsempfehlungen.....	93
4.2.1	Anwohnende.....	93
4.2.2	Nutzende.....	93
4.2.3	Entsorgungsunternehmen	94
4.2.4	Ausschreibungs- und Beschaffungsstellen.....	94
4.2.5	Herstellende Industrie	95
4.2.6	Nationale Politik und Verwaltung.....	95
4.2.7	Lokale Politik und Verwaltung	96
5	Fazit und Ausblick.....	97
6	Quellenverzeichnis	100

A	Anhang: Untersuchte Containersysteme	102
B	Anhang: Messprotokolle	107
B.1	Messprotokoll Nr. 1: Entleerung Glascontainer (Typ 1)	107
B.2	Messprotokoll Nr. 2: Entleerung Glascontainer (Typ 2)	108
B.3	Messprotokoll Nr. 3: Entleerung Glascontainer (Typ 3)	109
B.4	Messprotokoll Nr. 4: Entleerung Glascontainer (Typ 4)	110
B.5	Messprotokoll Nr. 5: Entleerung Glascontainer (Typ 5)	111
B.6	Messprotokoll Nr. 6: Entleerung Papiercontainer (Typ 1).....	112
B.7	Messprotokoll Nr. 7: Entleerung Papiercontainer (Typ 2).....	113
B.8	Messprotokoll Nr. 8: Entleerung Papiercontainer (Typ 2).....	114
B.9	Messprotokoll Nr. 9: Entleerung Papiercontainer (Typ 3).....	115
B.10	Messprotokoll Nr. 10: Entleerung Papiercontainer (Typ 4).....	116
B.11	Messprotokoll Nr. 11: Entleerung Papiercontainer (Typ 5).....	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schallemissionen von Altglascontainern	16
Abbildung 2:	Visualisierung Themensammlung zu Projektbeginn als „Mind-Map“	30
Abbildung 3:	Entwicklung der Schallemission von Altglascontainern	36
Abbildung 4:	Absetzcontainer (links) für Altpapiersammlung.....	41
Abbildung 5:	Beispiel für Unterflurcontainer an einem wohnungsnahen Standort	42
Abbildung 6:	Beispiel für Oberflurcontainer an einem dörflichen Standort .	43
Abbildung 7:	Fixiertes Aufnahmesystem mit starrer Anbindung Kran-Container	44
Abbildung 8:	Ketten der Entleerungsmechanik in einem Altpapiercontainer (Typ 1).....	45
Abbildung 9:	Flascheneinwurf - Einzelgeräusche (Schema)	46
Abbildung 10:	Zusammenhang der Emissionen von Bauarten.....	49
Abbildung 11:	Zusammenhang der Emissionen mit Absorber-Maßnahmen ..	50
Abbildung 12:	Defekte Einwurfrosette	51
Abbildung 13:	Messung eines Unterflurcontainers in einer Wohnstraße	56
Abbildung 14:	Beispielhafter Messaufbau bei der Containerleerung	58
Abbildung 15:	Pegelzeitverlauf einer Papiercontainerleerung.....	59
Abbildung 16:	Pegelzeitverlauf einer Altglascontainerleerung	60
Abbildung 17:	Pegelzeitverlauf – Einwurf von Altglas in Container Typ 2 – drei Einwürfe.....	63
Abbildung 18:	Messaufbau Müllbehälter (Entleerung)	65
Abbildung 19:	Messaufbau Müllbehälter (Rollgeräusch)	66
Abbildung 20:	Frequentierung an Abfallsammelplätzen	68
Abbildung 21:	Fahrzeug mit Presse und Einfüllöffnung im vorderen Bereich, Sammelbehälter im hinteren Bereich, Kran mit Kontrolle über Containerdrehung	69
Abbildung 22:	Verdichten mittels vollem Depotcontainer	70
Abbildung 23:	Vergleich der Verdichtung - vor und nach „Stampfen“ mit vollem Depotcontainer über 1 Minute.....	71
Abbildung 24:	Deformierte Altpapiercontainer.....	72
Abbildung 25:	Pegelzeitverlauf des Klappenschlagens.....	73
Abbildung 26:	Einwurfsäule - Containertypen 4.1 (links) und 4.2 (rechts)	75
Abbildung 28:	Schallemissionen von Altglascontainern	76
Abbildung 29:	Kartenausschnitte mit Darstellung eines Konfliktbereichs für ein allgemeines Wohngebiet basierend auf Flascheneinwürfen in einen Depotcontainer (links) und Flascheneinwürfen mit anschließender Entleerung in ein Sammelfahrzeug (rechts) ...	78
Abbildung 30:	Kartenausschnitte mit Darstellung eines Konfliktbereichs für ein allgemeines Wohngebiet basierend auf Flascheneinwürfen	

mit anschließender Entleerung in ein Sammelfahrzeug ohne
(links) und mit (rechts) Berücksichtigung des Maximalpegels .79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Maßnahmenbewertung.....	18
Tabelle 2:	Mögliche Lärminderungsmaßnahmen an Altglascontainern	47
Tabelle 3:	Relevante Geräuschemissionen	54
Tabelle 4:	Geräuscentwicklung – Entleerung von Containern.....	60
Tabelle 5:	Geräuscentwicklung – Einwurfvorgänge an Altglascontainern	63
Tabelle 6:	Geräuscentwicklung – Müllbehälter (je Meter Rollweg)	67
Tabelle 7:	Geräuscentwicklung – Klappenschlagen am Altpapiercontainer.....	73
Tabelle 8:	Sonstige Geräusche an Wertstoffsammelplätzen (jeweils maximaler Wert).....	74
Tabelle 9:	Maßnahmenbewertung - Glascontainer mit Standardwerten.	85
Tabelle 10:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit Standardwerten	86
Tabelle 11:	Maßnahmenbewertung - Glascontainer auf weichem Boden .	86
Tabelle 12:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer auf weichem Boden	86
Tabelle 13:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit dreifacher Kranzeit.....	87
Tabelle 14:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit dreifacher Kranzeit und zusätzlichen Schlaggeräuschen	87
Tabelle 15:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit 5 dB Pegelzunahme durch Presse.....	88
Tabelle 16:	Maßnahmenbewertung - Glascontainer mit Abschirmung des Sammelbehälters.....	88
Tabelle 17:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit reduzierten Schlaggeräuschen	88
Tabelle 18:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer ohne Leerlaufgeräusche	89
Tabelle 19:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer ohne Leerlaufgeräusche und Kranbetrieb -10 dB.....	89
Tabelle 20:	Maßnahmenbewertung - Papiercontainer Leerlaufgeräusche u. Kranbetrieb -10 dB	89
Tabelle 21:	Maßnahmenzusammenfassung – Containerleerung	90
Tabelle 22:	Maßnahmenzusammenfassung – Emissionsgemindertes Fahrzeug	90
Tabelle 23:	Maßnahmenbewertung.....	92
Tabelle 24:	Altglascontainer Typ 1 – Oberflurssystem	102

Tabelle 25:	Altglascontainer Typ 2 – Oberflursystem	102
Tabelle 26:	Altglascontainer Typ 3 – Unterflursystem	103
Tabelle 27:	Altglascontainer Typ 4.1 – Unterflursystem	103
Tabelle 28:	Altglascontainer Typ 4.2 – Unterflursystem	104
Tabelle 29:	Altglascontainer Typ 5 – Oberflursystem	104
Tabelle 30:	Papiercontainer Typ 1 – Oberflursystem	104
Tabelle 31:	Papiercontainer Typ 2 – Oberflursystem	105
Tabelle 32:	Papiercontainer Typ 3 – Unterflursystem	105
Tabelle 33:	Papiercontainer Typ 4 – Unterflursystem	106
Tabelle 34:	Papiercontainer Typ 5 – Oberflursystem	106

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
BAFU	Bundesamt für Umwelt (Schweiz)
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
dB	Dezibel
dB(A)	Dezibel (A-bewertet)
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Schweiz)
l	Liter
L_{AFeq}	Energieäquivalenter Dauerschallpegel (Mittelungspegel)
L_{AFmax}	Maximalpegel (Maß für kurzzeitige Geräuschspitzen)
L_{AFT5}	Takt-Maximalpegel in einer 5 Sekunden Bewertung
L_{WA}	Schallleistungspegel
L_{WAE}	Schallleistungspegel (energetisch gemittelt)
PE	Polyethylen (Kunststoff)
PU	Polyurethan (Kunststoff)
PVC	Polyvinylchlorid (Kunststoff)
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
UBA	Umweltbundesamt

Zusammenfassung

Als Bestandteil der Daseinsvorsorge werden in Städten öffentliche Sammelplätze zur Entsorgung von recyclingfähigen Abfällen bereitgestellt und bewirtschaftet. Der Bevölkerung wird so zumeist wohnortnah im öffentlichen Raum eine dezentrale Entsorgungsmöglichkeit angeboten. Die Entsorgung erfolgt über Containersysteme für unterschiedliche Materialgruppen und Wertstoffe. Weitverbreitet ist das Sammlungsangebot für Altpapier und Altglas sowie für Altkleider. Der Betrieb dieser Sammelplätze bedingt Geräuschemissionen. Als problematisch erweisen sich die Geräusche dann, wenn sich diese als unerwünschter Schall, Lärm, negativ auf die Nachbarschaft auswirken.

Das Forschungsvorhaben ist auf die Emissionen von Sammelplätzen von recyclingfähigen Abfällen ausgerichtet. Bei den zu betrachtenden Vorgängen handelt es sich um ein sogenanntes „Bringsystem“, d.h. der Abfall wird zum Abfallsammelplatz gebracht und nicht am Wohnort abgeholt. An Wertstoffsammelplätzen kommen dabei verschiedene Containersysteme für unterschiedliche Wertstoffe (u.a. Altglas, Altpapier) zum Einsatz. Hierzu zählen neben oberirdischen Containern auch Halb- und Unterflursysteme mit variierenden Fassungsvermögen. Die technischen Anforderungen an solche Containersysteme bis 5 m³ Fassungsvermögen sind unter anderem in der DIN EN ISO 13071-1:2019-09¹ erfasst.

Geräuschintensive Altglasentsorgung

Als besonders geräuschintensiv stellt sich die Altglasentsorgung dar, dies bestätigen auch qualitative Einschätzungen von kontaktierten Entsorgungs- und Herstellerfirmen und mehrere Regelungen in Normen speziell zu Altglas. Bestimmte Geräuschereignisse, die bei der Containerentleerung auftreten, sind voraussichtlich unabhängig vom eigentlichen Wertstoff in der Wirkung auf die Umgebung relevant, d.h. auch Altpapiercontainer können relevante Geräuschemissionen hervorrufen (siehe hierzu auch (EMPA, 2011)).

Erkennbar ist, dass die Studienlage zu Altglascontainern recht gut ist, sowohl die Einwürfe als auch die Entleerungsvorgänge betreffend. Bei den Entleerungsvorgängen ist in Studien bereits zwischen dem Leerlauf des Sammelfahrzeugs, dem Kranbetrieb und dem eigentlich Entleerungsvorgang sowie Aufsetzgeräuschen von Containern unterschieden worden. Weitere Einflüsse wie Kettenschlagen, das Schließen des Containers selbst, Anstoßgeräusche an anderen Containern oder auch z.B. der Einfluss anderer Böden wurden hingegen nicht im Detail untersucht. Bei den Einwurfvorgängen von Altglas bestehen durch die Regelungen u.a. des „Blauen Engels“ (RAL UZ 21) Anforderungen an die Geräuschemissionen von Altglascontainern. Die Untersuchungsergebnisse zeigen jedoch, dass darüberhinausgehende Anforderungen nicht berücksichtigt werden. Zum einen findet eine Optimierung des „Worst Case“ (ungünstigster Einwurf bzw. höchster möglicher Maximalpegel) nicht statt, zum anderen wird eine Einhaltung der Geräuschemissionen über die gesamte Einsatzzeit des Depotcontainers nicht sichergestellt. Hinsichtlich weiterer Lärminderungsmaßnahmen an Altglascontainern liegen zwar Informationen zum Vergleich von Maßnahmen und Geräuschemission vor (Mosdzianowski, 1995), jedoch kann kein eindeutiger Zusammenhang hergestellt werden. Hier besteht insofern Bedarf der herstellenden Industrie, eine Optimierung für den jeweiligen Bautyp zu erreichen. Die früher bereits umgesetzten Maßnahmen geben jedoch einen Hinweis auf eventuell technisch geeignete bzw. eine Minderung versprechende Maßnahmen.

Zu Altpapiercontainern sieht die Studienlage erkennbar schlechter aus als zu Altglascontainern. Dies ist mit der geringeren zu erwartenden Geräuschemission zu begründen. Trotzdem sollten

¹ DIN Deutsches Institut für Normung (2019): DIN EN ISO 13071-1:2019-09 - Stationäre Abfallsammelbehälter bis 5 000 l, mit Behälteraufnahme an der Oberseite und Bodenentleerung - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

auch die Geräuschentwicklungen von Altpapiercontainern an Abfallsammelplätzen nicht unberücksichtigt bleiben. Mögliche Emissionen können z.B. durch Verschlussklappen auftreten.

Ermittlung verschiedener Geräuschemissionen

In Fortführung des Projektes werden fehlende Daten zu möglichen Geräuschemissionen erhoben, um Empfehlungen zu einer Geräuschminderung an Abfallsammelplätzen geben zu können. Für bereits gut untersuchte Geräuschereignisse wird auf die bestehende Studienlage zurückgegriffen. Der Schwerpunkt der in diesem Projekt durchgeführten Ermittlung von Geräuschemissionen stützt sich auf jene Vorgänge, für die sowohl eine geringe Studienlage als auch eine Relevanz zur Gesamtgeräuschbelastung besteht. Ermittelt wurden unter anderem:

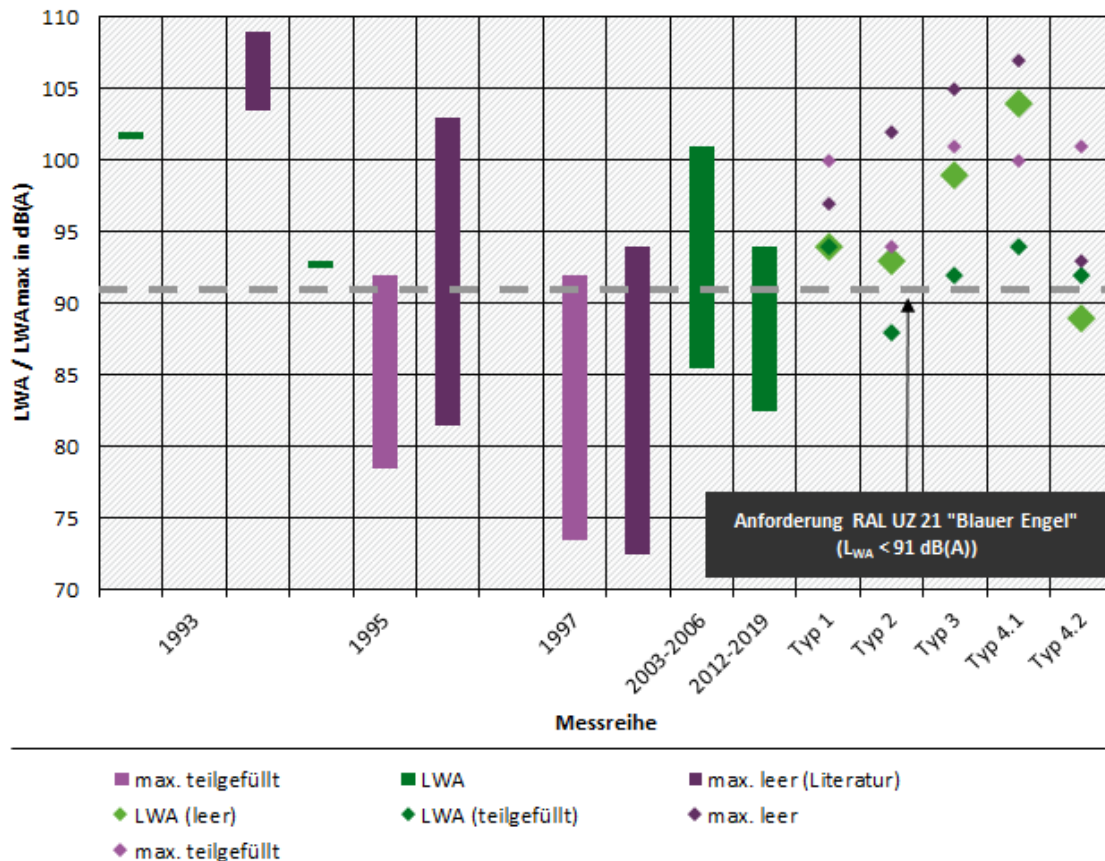
- ▶ Die Geräuschbeiträge verschiedener Tätigkeiten im Rahmen der Containerentleerung.
- ▶ Die Geräuschentwicklung beim Einwurf an Altglascontainern, insbesondere im Vergleich zwischen Oberflur- und Unterflursystem.
- ▶ Der Einfluss der Nutzenden, einschließlich einer Prüfung der Einhaltung von Nutzungszeiten.
- ▶ Einflüsse von Wartungszustand und Schäden an den Containern.
- ▶ Maximalpegelereignisse bei Abholung und Einwurf.

Die Ergebnisse zu den Einwurfemissionen an Altglascontainern sowohl aus früheren Studien als auch den aktuellen Messungen zeigen, dass bei den Erhebungen „im Realbetrieb“, d.h. mit seit mehreren Jahren im Betrieb befindlichen Containern, Schallleistungspegel auch oberhalb der vom „Blauen Engel“ garantierten Werte festgestellt werden. Die höchsten Maximalpegel liegen insbesondere im leeren Zustand deutlich, d.h. rund 5-10 dB, oberhalb der ermittelten Schallleistungspegel. Ein Vergleich ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Messergebnisse aus der Literatur sind dabei jeweils in einer Spannbreite als Balken dargestellt. Die Messungen der Jahre 1993, 1995 und 1997 sind jeweils zusammengefasst, ebenso die Messungen aus den Zeiträumen 2003-2006 sowie 2012-2019. Deutlich erkennbar ist auch hier der Rückgang der Geräuschemissionen nach 1993 sowohl für die Maximalpegel als auch für die Schallleistungspegel. Es ist aber ebenfalls erkennbar, dass die Geräuschemissionen der real gemessenen Container über den erwarteten Werten liegen, die sich aus den Anforderungen zum „Blauen Engel“ ergeben.

Abbildung 1: Schallemissionen von Altglascontainern

Schallemissionen von Altglascontainern

Zusammenstellung von Messergebnissen aus dem Zeitraum 1993-1997, 2003-2019 sowie aktueller Messergebnisse des Projekts



Basierend u.a. auf Daten aus: BayLfU 2004, EMPA 2012, LÄRMKONTOR 1993, 1995, 1997

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Für die Containerleerung wurde neben den bereits in früheren Studien berücksichtigten Altglascontainern Leerungen von Altpapiercontainern aufgenommen. Hier zeigt sich insbesondere, dass trotz der geringeren Geräuschemissionen beim eigentlichen Leeren weitere Geräuschquellen maßgeblich zur Gesamtemission beitragen können. Es treten auch hier laute Geräusche beim Anhängen des Containers, beim Absetzen sowie beim Schließen des Containers auf. Bei Fahrzeugen ohne Presse entstehen in einigen Fällen Geräuschemissionen durch einen längeren Prozess, bei dem der Wertstoff im Sammelbehälter des Fahrzeugs mit dem vollen Depotcontainer verdichtet werden soll. Dies führt zu einer längeren Betriebszeit des Sammelfahrzeugs vor Ort. Zum anderen können zusätzliche Anschlaggeräusche zwischen Container und Sammelbehälter des Fahrzeugs zur Geräuschentwicklung beitragen.

Bei den Altglasentleerungen wurde festgestellt, dass durch das Bedienpersonal eine hohe Bandbreite der Geräuschentwicklung beim Absetzen besteht. Ein Einfluss zu den Absetzgeräuschen wurde bei den Papiercontainern auch auf Kies oder sandigem Boden festgestellt. Für Altpapiercontainer ist der Absetzvorgang meist das Geräuscheignis, das für die Maximalpegel ursächlich ist.

Weitere Erhebungen wurden durchgeführt u.a. zum Wartungszustand der Container. Bei Defekten an den Einwurfklappen von Altpapiercontainern können hier bis zu 17 dB variierende Maximalpegel auftreten.

Empfehlungen zu einer lärmoptimierten Planung und einem geräuscharmen Betrieb

Das Forschungsprojekt soll zudem Empfehlungen für öffentliche Abfallsammelplätze bereitstellen, damit diese möglichst keine schalltechnischen Konflikte verursachen. Für Abfallsammelplätze ist dabei stets eine Abwägung durchzuführen, in die verschiedene Aspekte einzustellen sind (LÄRMKONTOR GmbH, 1993). Hierbei ist eine erforderliche Nähe zu Wohnbebauungen, die z.B. eine fußläufige Erreichbarkeit sicherstellt, gegen den notwendigen Abstand zu eben dieser aufgrund der Geräuscentwicklung abzuwägen. Ebenso muss eine günstige Anfahrmöglichkeit mit Kraftfahrzeugen, um möglichst geringe Belästigungen zu erzeugen, gegen eine Förderung von nicht-motorisierter Anlieferung abgewogen werden.

Bei der Abwägung ist nach geltender Rechtslage davon auszugehen, dass schädliche Umweltwirkungen in Form von Lärm in einem gewissen Umfang hinzunehmen sind (LÄRMKONTOR GmbH, 1993). Bei der Planung kann und soll somit eine Lärmbelastung nicht vollständig vermieden werden, es soll jedoch eine optimale, abgewogene Lösung erreicht werden, um die Belastungen niedrig zu halten.

Im Folgenden sollen mögliche Maßnahmen zur Lärmminderung an Abfallsammelplätzen in drei Kategorien erläutert werden:

- ▶ Lärmoptimierte Planung und bauliche Maßnahmen an der Sammelstelle
- ▶ Betriebliche und organisatorische Maßnahmen
- ▶ Technische Maßnahmen

Neben den konkreten Maßnahmen werden Handlungsempfehlungen für die relevanten Beteiligten gegeben. Diese sollen auch dazu dienen, die jeweilige Verantwortlichkeit zu verdeutlichen. Insgesamt ergeben sich vielfältige Maßnahmen sowohl bei der Organisation, dem Betrieb, dem Verhalten, der Planung sowie in jedem Fall auch technische Maßnahmen am Fahrzeug und den Containern. Die Bewertung in Tabelle 1 fasst die Maßnahmen sowie das Minderungspotential zusammen. Da sich die Wirkung jeweils auf spezifische Aspekte der Geräuschemissionen beziehen, ist diese nicht einheitlich als „Wirkung auf den Schallleistungspegel“ zu kennzeichnen.

Es erfolgt zudem eine Bewertung der Maßnahmen nach Wirkgröße, Aufwand und Nutzen. Es handelt sich hierbei jeweils um eine Abschätzung. Für eine hohe Wirkung wird eine Pegelminderung um mindestens 3 dB für den Mittelungspegel oder 10 dB für ein Maximalpegelereignis angesetzt. Niedrige Wirkungen liegen bei unter 1 dB. Kosten und Aufwand hängen oft vom Einzelfall ab. Bei rechtzeitiger Berücksichtigung (z.B. bei der notwendigen Neubeschaffung oder erstmaligen Planung von Standorten) liegen die Kosten in der Regel deutlich niedriger als bei einer Ersatzbeschaffung allein aus Gründen des Lärmschutzes.

Zusammenfassende Darstellung von bewerteten Lärmminderungsmaßnahmen

Es wird empfohlen, sich insbesondere auf jene Lärmminderungsmaßnahmen zu fokussieren, die entweder eine hohe Wirkung entfalten oder einen geringen Aufwand verursachen und geringe Kosten aufweisen. Maßnahmen mit hohem Aufwand oder hohen Kosten sollten jedoch weiterhin bei stark konfliktträchtigen Abfallsammelplätzen in Erwägung gezogen werden.

Tabelle 1: Maßnahmenbewertung

Maßnahme	Mögliche Minderungswirkung	Wirkung	Aufwand/Kosten
Maßnahmen bei Planung und Beschaffung (vornehmlich einmaliger Aufwand/Kosten)			
Standortfindung	-	Hoch	(Einzelfall)
Anordnung optimieren	-	Niedrig	Niedrig
Abschirmungen	-	Mittel	Hoch
Reduzierung Aufsetzgeräusche (sandige / befestigte Böden)	-12 dB Maximalpegel Absetzen bis -3 dB Mittel Leerung (Altpapier)	Hoch	(Einzelfall)
Reduzierung Anschlaggeräusche beim Absetzen durch Abstände zw. Containern	-12 dB Maximalpegel Absetzen bis -3 dB Mittel Leerung (Altpapier)	Hoch	Niedrig
Containerbauart (Unterflur statt Oberflur)	Abhängig von der Bauart; Vorteile bei Lärminderung	(Einzelfall)	(Einzelfall)
Lärminderungsmaßnahmen am Container (Oberflur)	-5 dB auf Maximalpegel Einwurfvorgang	Mittel	(Einzelfall)
Lärminderungsmaßnahmen am Einwurf (Unterflur)	bis -15 dB auf Maximalpegel Einwurfvorgang (leer)	Hoch	(Einzelfall)
Reduzierung der Leerlaufgeräusche	Nahezu vollständig geräuschlos mögl.: -1 dB bei Elektrifizierung/Start-Stopp	Niedrig	Niedrig
Reduzierung der Geräusche bei Hebevorgängen (Leerlauf und Hydraulik)	Abhängig von der einges. Technik: -1 dB bei -10 dB f. Hydraulikaggregate, -3 dB bei zus. Elektrifiz./Start-Stopp auf Mittelungspegel Leerung Altpapier	Niedrig bis Mittel	(Einzelfall)
Maßnahmen bei Betrieb (wiederkehrender Aufwand/Kosten)			
Guter Wartungszustand (Altpapiereinwurf: Klappen)	rund 5 dB auf Schlaggeräusche (Maximalpegel)	Mittel	Niedrig-Mittel
Personalschulung	~40 dB Varianz bei Absetzgeräuschen, kürzere Arbeitszyklen, Minderung bei geringerer Abwurfhöhe Altglas mögl.	Mittel	Niedrig-Mittel
Seltenere Leerung (größere Behälter)	Seltenere Lärmereignisse Abholung (ggf. Lärmzunahme Leerung Altglas!)	(seltener)	Niedrig-Mittel
Häufigere Leerung Altglas (niedrigerer Ziel-Füllstand)	Geringere Geräuschentwicklung der Leerung bei geringerem Füllstand: -2 dB bei halber Glasmenge	Mittel	Mittel-Hoch
Leerung nicht in lärmsensiblen Zeiten	Leerung nicht in den Randstunden (7-8 Uhr, 19-20 Uhr, nicht mittägliche RZ)	(Störpotenzial)	Niedrig
Optimierung der Routenplanung	Abschirmung durch Sammelbehälter: bis -5 dB Mittel bei Leerung (Altglas)	Hoch	Niedrig-Mittel
Beschränken Einwurfzeiten (z.B. 8-19 Uhr statt 7-20 Uhr)	Bessere Einhaltung der relevanten Randschutzzeiten 6-7 Uhr u. 20-21 Uhr	(Störpotenzial)	Niedrig
Kontrolle der Einwurfzeiten	Bessere Einhaltung der Schutzzeiten	(Störpotenzial)	Hoch

Einzelfallbezogene Betrachtung erforderlich

Das wohnortnahen Sammlungsangebot für die Wertstoffe Altpapier und Altglas kann hinsichtlich der entstehenden Geräuschemissionen negative Auswirkungen auf die Umwelt verursachen. An die Planung und den Betrieb dieser ortsfesten Anlagen bestehen über ordnungsrechtliche, bauplanungsrechtliche und immissionsschutzrechtliche Regelung beschränkende Anforderungen. Demensprechend wird klar geregelt, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG von diesen Anlagen ausgehen sollen. Für die Beurteilung der Geräuschintensität auf die Umgebung ist der anlagenbezogene Einzelfall entscheidend, nach derer sich bemisst, ob die entstehenden Immissionen die Grenze der Zumutbarkeit einhalten. Die erforderliche Abwägung gilt für die Planung und den Betrieb. Dem Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme und den Betreiberpflichten (gemäß § 22 BImSchG) in Bezug auf die Einhaltung des Stands der Technik und einer Vermeidung von Geräuschen kommt dabei eine hohe Bedeutung zu. Unter Beachtung der Definition des Stands der Technik in § 3 Abs. 6 BImSchG, sind insbesondere fortschrittliche Verfahren und Einrichtungen bzw. Betriebsweisen zur praxisbezogenen Emissionsvermeidung relevant. Den einheitlichen Stand der Technik in Bezug auf öffentliche Sammelplätze für recyclebare Materialien gibt es nicht. Jedoch fällt auf, dass sich rechtliche und umweltpolitische Anforderungen zumeist auf Altglascontainer fokussieren.

Es kann festgehalten werden, dass jede Anlage einzelfallbezogen zu beurteilen und in Bezug auf die standortbezogene Zulässigkeit zu prüfen ist, um ausreichende Abstände zu schutzbedürftiger Bebauung - zum Beispiel in Wohngebieten - einzuhalten. Die Mindestabstände könnten sich zum Beispiel in Anlehnung an die Anforderungen der TA Lärm ergeben. Der auf den Tag gemittelte Geräuschpegel hängt nicht nur von der Containerbauart, sondern auch sehr stark von der Nutzungshäufigkeit und der Anzahl der Container ab, und ist somit nicht allgemein zu bestimmen. Die Anlagenplanung unter Berücksichtigung von verbindlich pauschalisierten Mindestabständen ist daher gegenüber den Gebietskategorien der BauNVO deshalb nicht möglich. Räumliche Mindestabstände können lediglich als orientierungsgebender Anhaltswert angewandt werden, wenn zum Beispiel der Glaseinwurf als kurzzeitige Geräuschspitze in Ansatz gebracht wird. Aufgrund der Vielzahl an geräuschrelevanten Einflussfaktoren auf die für den Gesamttag zu betrachtende Geräuschemission sind die bestehenden Steuerungsmechanismen für den geräuscharmen Betrieb auf die jeweilige Anlage auch mehrdimensional. Die Untersuchung hat gezeigt, dass das vorhandene Lärmminderungspotential noch nicht vollumfänglich ausgeschöpft ist.

Perspektiven der Geräuscentwicklung

Die Messergebnisse und die Maßnahmenübersicht zeigt eine Vielzahl von Ansatzpunkten für eine weitere Lärmminderung. Durch gezielte Maßnahmen können vor allem Maximalpegel bei der Abholung verhindert werden. Bei den Depotcontainern bestehen Möglichkeiten für eine weitere Lärmminderung. Die Erhebungen zeigen, dass die (früher bereits erreichten) Potenziale auf industrieller Seite nicht (mehr) ausgereizt werden. Hier gilt es zu prüfen, inwiefern die Anforderungen, die das Umweltzeichen „Blauer Engel“ (RAL UZ 21) stellt, noch geeignet sind, einen „lärmarmen Altglas-Container“ (dauerhaft) auszuzeichnen. Eine Fachtagung mit Diskussion und Workshops zur näheren Erörterung zwischen den relevanten Akteuren (siehe Abschnitt 4.2) könnte initiiert im Sinne der dialogorientierten Problembewältigung sein.

Ausblickend ist von weiterem Interesse, welche Minderungswirkung eine Verschärfung des bisherigen Umweltzeichens „Blauer Engel“ (RAL UZ 21) sowie auch eine Erweiterung auf andere Containersysteme und weitere Wertstoffe in Bezug auf öffentliche Sammelplätze hat. Hierbei sind insbesondere der als erforderlich erachtete Geltungsbereich des anzupassenden Umweltzeichens und die emissionsseitigen Anforderungen zu erörtern. In die Bewertung

könnten auch wieder gezielt Aspekte wie maximale Geräuschspitzen bei ungünstigen Einwüfen aber auch akustische Aspekte bei der Leerung mit eingehen.

Summary

As part of their services, cities provide and manage public collection points for the disposal of recyclable waste. This provides the population with a decentralised disposal option in public spaces, usually close to home. Disposal takes place via container systems for different material groups and recyclables. Collection services are widely available for waste paper and glass, as well as for old clothes. The operation of these collection points causes noise emissions. These can be problematic if the unwanted sound or noise has a negative impact on the neighbourhood.

The research project is focused on the emissions from collection points for recyclable waste. The processes to be considered involve a so-called 'drop-off system', i.e. the waste is brought to the waste collection point rather than being picked up at the residence. At recycling collection points, different container systems are used for different recyclables (including glass and paper). In addition to above-ground containers, these include half-underground and underground systems with varying volume capacity. The technical requirements for such container systems with a volume of up to 5 m³ are covered, among others, in DIN EN ISO 13071-1:2019-09¹.

Noisy disposal of used glass

Glass recycling is particularly noisy, as confirmed by qualitative assessments from contacted waste management and manufacturing companies as well as several regulations in standards specifically relating to glass recycling. Specific noise events that occur when emptying containers are expected to affect the environment regardless of the actual recyclable material, i.e. paper recycling containers can also cause relevant noise emissions (see (EMPA, 2011)).

It is clear that the study situation regarding waste glass containers is quite good, both with regard to the disposal and emptying processes. In case of emptying processes, studies have already distinguished between the collection vehicle driving by, the crane operation and the actual emptying process, as well as the container touching down. Other influences, such as chain slamming, the closing of the container itself, impact noises on other containers or the influence of other floors, have not been examined in detail. Regarding the disposal of waste glass, the regulations of the 'Blue Angel' (RAL UZ 21), among others, place requirements on the noise emissions of waste glass containers. However, the study's results show that requirements going beyond this are not taken into account. On the one hand, there is no optimisation of the 'worst case' scenario (least favourable throw-in or highest possible maximum level); on the other hand, compliance with noise emissions over the depot container's entire service time is not ensured. With regard to further noise reduction measures for waste glass containers, information is available for comparison of measures and noise emissions (Mosdzianowski, 1995), but no clear correlation can be established. There is a need here for the manufacturing industry to achieve optimisation for the respective container design. However, the measures implemented in the past do provide an indication of measures that may be technically suitable or that promise a reduction.

The study situation for waste paper containers is noticeably worse than for waste glass containers. This is due to the expectably lower noise emissions. Nevertheless, the noise generated by waste paper containers at waste collection points should not be ignored. Possible emissions can occur, for example, through closing flaps.

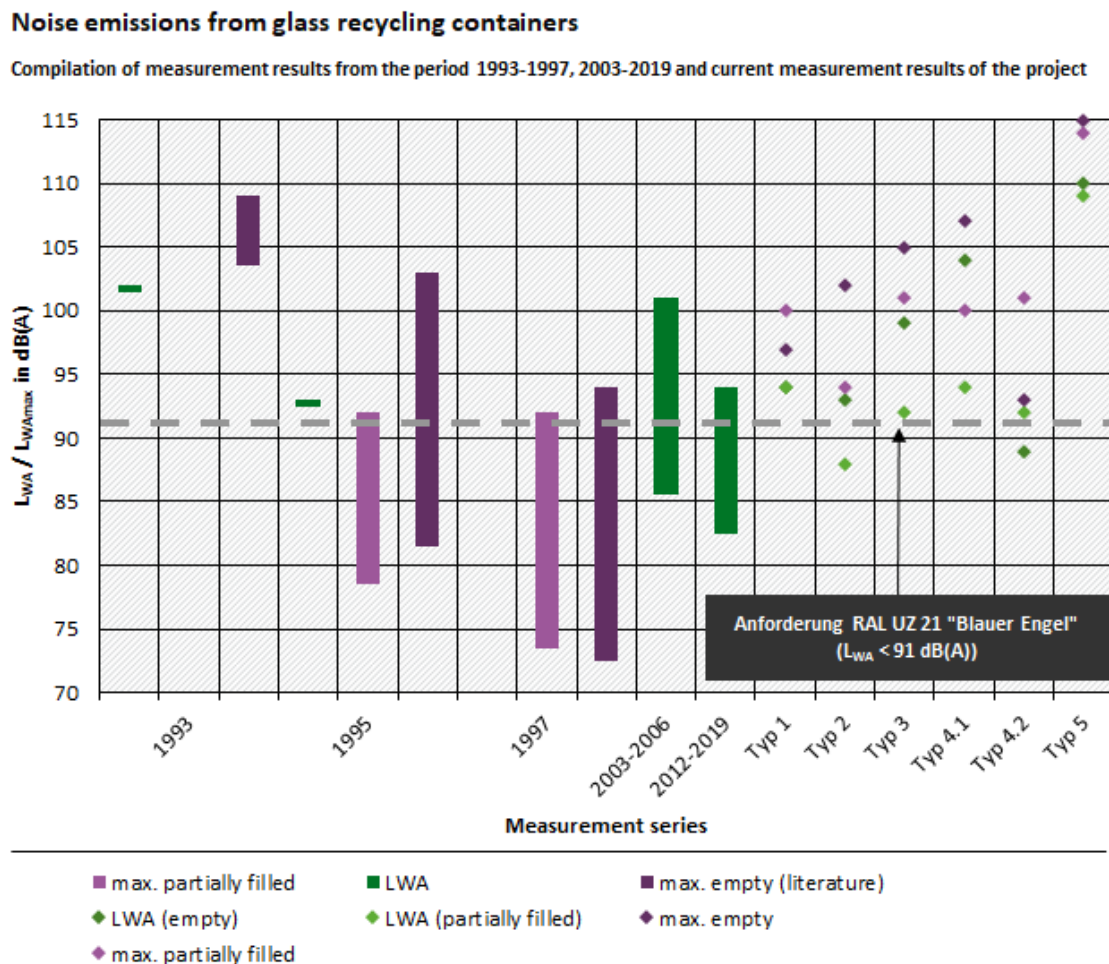
Determining various noise emissions

In continuation of the project, missing data on possible noise emissions will be collected in order to make recommendations for noise reduction at waste collection points. For noise events that have already been studied intensively, the existing studies will be used. The focus of the noise emissions investigated in this project is based on processes analysed in few studies that are relevant to the overall noise pollution. The main aspects analysed include:

- ▶ The noise contributions of various activities in the context of emptying containers.
- ▶ Noise generation when depositing waste glass in containers, in particular in comparison between above-ground and below-ground systems.
- ▶ The user influence, including an examination of compliance with usage times.
- ▶ Influences of maintenance condition and damage to the containers.
- ▶ Maximum sound level events during collection and disposal.

The results of the emissions from the disposal of waste glass into containers, both from earlier studies and from the current measurements, show that sound power levels above the values guaranteed by the 'Blue Angel' were also found in the surveys of 'real-world operations', i.e. with containers that have been in operation for several years. The highest maximum levels, particularly of empty containers, are clearly above the determined sound power level, i.e. approximately 5-10 dB. A comparison is shown in Figure 1. The measurement results from literature are each shown in a range as a bar. The measurements from 1993, 1995 and 1997 are summarised respectively, as are the measurements from the periods of 2003-2006 and 2012-2019. The decline in noise emissions after 1993 is also clearly visible here, both for the maximum levels and for the sound power levels. However, it is also apparent that the noise emissions of the containers actually measured are above the expected values, based on the requirements for the 'Blue Angel' environmental label.

Figure 1: Noise emission from glass recycling containers



Based on data from BayLfU 2004, LÄRMKONTOR 1993,1995,1997

Source: LÄRMKONTOR GmbH

In addition to the glass recycling containers already considered in earlier studies, paper recycling containers were added to the emptying process. It is particularly evident here that, despite the lower noise emissions during the actual emptying process, additional noise sources can contribute significantly to the overall noise level. Here, too, loud noises occur when attaching, setting down or closing the container. For vehicles without compactors, noise emissions sometimes occur during a prolonged process in which the recyclable material is compacted inside the vehicle's collection container using a full depot container. On the one hand, this leads to a longer operating time of the collection vehicle on site. On the other hand, additional slinging noises between the container and the vehicle's collection container can contribute to noise generation.

During the emptying of waste glass containers, it was found that the operating personnel were responsible for a wide range of noise when setting down the containers. Furthermore, it was determined that paper containers placed on gravel or sandy ground could also make noise when set down. For waste paper containers, the setting down process is usually the noise event causing the maximum noise level.

Further surveys were carried out, including one on the maintenance condition of containers. If the access flaps of waste paper containers are defective, maximum levels may vary by up to 17 dB.

Recommendations for noise-optimised planning and low-noise operation

The research project should also provide recommendations for public waste collection points so that they do not cause any acoustic conflicts. For waste collection points, a consideration must always be made considering various aspects (LÄRMKONTOR GmbH, 1993). In this context, the necessary proximity to residential areas, which, for example, ensures accessibility on foot, must be weighed against the necessary distance to these areas due to noise. Likewise, a favourable access for motor vehicles, in order to minimise inconvenience, must be weighed against the promotion of non-motorised delivery.

During consideration, it is to be assumed, according to the current legal situation, that harmful environmental impacts in the form of noise are to be accepted to a certain extent (LÄRMKONTOR GmbH, 1993). Thus, noise pollution cannot and should not be avoided completely during the planning stage, but an optimal, balanced solution should be achieved to keep the noise pollution to a minimum.

Below, possible measures for noise reduction at waste collection points are explained in three categories:

- ▶ Noise-optimised planning and structural measures at the collection point
- ▶ Operational and organisational measures
- ▶ Technical measures

In addition to the specific measures, recommendations for action are given for the relevant parties involved. These are also intended to clarify the respective responsibilities. Overall, a wide range of measures arise in terms of organisation, operation, behaviour, planning and, in each case, technical measures for the vehicle and containers. The assessment in Table 1 summarises the measures and their reduction potential. Since the effect relates to specific aspects of noise emissions, it cannot be uniformly labelled as an 'effect on the sound power level'.

In addition, the measures are evaluated according to their estimated effect, effort and benefit. A high effect is defined as a noise reduction of at least 3 dB for the average sound level or 10 dB for a maximum sound level event. Low effects are below 1 dB. Costs and effort often depend on the individual case. Timely consideration (e.g. when new equipment is needed or during first time planning for new locations), usually results in significantly lower costs than replacement purchases solely for noise protection.

Summary of evaluated noise reduction measures

It is recommended to focus particularly on those noise reduction measures that either have a high impact or involve little effort and low costs. However, measures involving high effort or high costs should still be considered for waste collection points with a high potential for conflict.

Table 1: Measure evaluation

Measure	Possible reduction effect	Effect	Effort/costs
Planning and procurement measures (primarily one-off expenses/costs)			
Finding a location	-	High	(individual case)
Optimize arrangement	-	Low	Low
Shields	-	Medium	High
Reduction of contact noise (sandy / paved floors)	-12 dB Maximum level for setting down to -3 dB Average emptying (waste paper)	High	(individual case)
Reduction of impact noise when setting down due to distances between containers	-12 dB Maximum level for setting down to -3 dB Average emptying (waste paper)	High	Low
Container design (underfloor instead of abovefloor)	Depending on the design; Advantages for noise reduction	(individual case)	(individual case)
Noise reduction measures on the container (above ground)	-5 dB to maximum level insertion process	Medium	(individual case)
Noise reduction measures at the drop-off point (underfloor)	up to -15 dB to maximum level of insertion process (empty)	High	(individual case)
Reduction of idling noise	Almost completely silent possible: -1 dB with electrification/start-stop	Low	Low
Reduction of noise during lifting operations (idling and hydraulics)	Depending on the set. Technology: -1 dB at -10 dB f. Hydraulic units, -3 dB with additional electrification/ start-stop on average level emptying waste paper	Low to Medium	(individual case)
Measures during operation (recurring expenses/costs)			
Good maintenance condition (waste paper insert: flaps)	around 5 dB on impact noise (maximum level)	Medium	Low-medium
Staff training	~40 dB variance for settling noises, Shorter working cycles, reduction with lower discharge height Old glass possible.	Medium	Low-medium
Less frequent emptying (larger containers)	Less frequent noise events Collection (possible increase in noise when emptying used glass!)	(rarer)	Low-medium
More frequent emptying of used glass (lower target fill level)	Less noise when emptying with a lower fill level: -2 dB with half the glass volume	Medium	Medium-high

Measure	Possible reduction effect	Effect	Effort/costs
Emptying not during noise-sensitive times	Emptying not during off-peak hours (7-8 a.m., 7-8 p.m., not midday rest period)	(interference potential)	Low
Optimization of route planning	Shielding by collection containers: up to -5 dB average when emptied (used glass)	High	Low-medium
Restrict drop-off times (e.g. 8 am - 7 pm instead of 7 am - 8 pm)	Better compliance with the relevant edge protection times 6-7 a.m. and 8-9 p.m.	(interference potential)	Low
Control of insertion times	Better compliance with protection times	(interference potential)	High

Case-by-case consideration required

The provision of local recycling services for waste paper and glass can have a negative impact on the environment in terms of noise emissions. There are restrictive requirements for the planning and operation of these stationary installations under regulatory, building planning and emission control law. Accordingly, it is clearly regulated that no harmful environmental impacts within the meaning of the Federal Immission Control Act (BImSchG) should emanate from these installations. A case-by-case approach for each installement is decisive for the assessment of the noise intensity on the environment, determining whether the resulting emissions comply with the limit of reasonableness. The necessary consideration applies to both planning and operation. The requirement of mutual consideration and the operator's obligations (according to § 22 BImSchG) with regard to compliance with the state of the art and the avoidance of noise are of great importance. Taking into account the definition of the state of the art in § 3 para. 6 BImSchG, advanced processes and facilities or operating methods for practical emission prevention are particularly relevant. There is no uniform state of the art with regard to public collection points for recyclable materials. However, it is noticeable that legal and environmental policy requirements usually focus on glass recycling containers.

It can be stated that each system must be assessed on a case-by-case basis and checked in terms of site-related permissibility in order to maintain sufficient distances from buildings in need of protection, for example in residential areas. The minimum distances could be determined, for example, based on the requirements described in the Technical Instructions on Noise. The noise level averaged over the day depends not only on the type of container, but also very much on the frequency of use and the number of containers, and thus cannot be determined in general terms. It is therefore not possible to plan facilities considering binding generalised minimum distances in relation to the area categories of the Federal Land Use Ordinance. Minimum distances can only be applied as a guide, for example, if the sound of glass being thrown into a bottle bank is taken into account as a short-term noise peak. Due to the large number of noise-relevant factors influencing noise emissions over the entire day, the existing control mechanisms for quiet operation at the respective installation are also multi-dimensional. The study has shown that the existing noise reduction potential has not yet been fully exploited.

Perspectives on noise development

The measurement results and the overview of measures show a multitude of starting points for further noise reduction. In particular, targeted measures can be used to prevent maximum levels during collection. There are possibilities for further noise reduction at the depot containers. The surveys show that the potential (already achieved in the past) on the industrial side is no longer

being exhausted. Here it is necessary to examine the extent to which the requirements of the 'Blue Angel' environmental label (RAL UZ 21) are still suitable for (permanently) characterising a 'low-noise waste glass container'. A specialist conference with discussion and workshops for more detailed debate between the relevant parties (see Section 4.2) could be initiating dialogue-oriented problem-solving.

Looking ahead, it is also interesting to consider what impact an intensification of the existing 'Blue Angel' environmental label (RAL UZ 21) and an extension to other container systems and further recyclable materials would have in relation to public collection points. In this context, the necessary scope of the ecolabel, which is to be adapted and the requirements regarding emissions are to be discussed in particular. The evaluation could also include aspects such as maximum noise peaks during unfavorable disposal, but also acoustic aspects when emptying containers.

1 Einführung

1.1 Hintergrund

Die klassische Abfallentsorgung hat sich weitgehend zu einer umfassenden Kreislaufwirtschaft entwickelt (Umweltbundesamt, 2020). Diese ist Teil einer ressourceneffizienten, nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise, um natürliche Rohstoffe zu schonen und einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz zu leisten. Ein zentrales Element der Bewirtschaftung von Materialien ist die Sammlung von recyclingfähigen Abfällen.

Als ein Bestandteil der Daseinsvorsorge werden in Städten öffentliche Sammelplätze zur Entsorgung von recyclingfähigen Abfällen bereitgestellt und bewirtschaftet. Der Bevölkerung wird so zumeist wohnortnah im öffentlichen Raum eine dezentrale Entsorgungsmöglichkeit angeboten. Die Entsorgung erfolgt über Containersysteme für unterschiedliche Materialgruppen und Wertstoffe. Weitverbreitet ist das Sammlungsangebot für Altpapier und Altglas sowie für Altkleider. Das Aufkommen an Altglas als Teil der haushaltstypischen Siedlungsabfälle lag 2022 laut destatis bei rund 2.6 Mio. Tonnen, an Papier, Pappe und Kartonagen bei rund 6.5 Mio. Tonnen (Statistisches Bundesamt (destatis), 2024). Allein für Altglas stehen rund 300.000 Glascontainer zur Verfügung (Der Grüne Punkt, 2024).

Der Betrieb dieser Sammelplätze bedingt Geräuschemissionen. Diese entstehen sowohl beim eigentlichen Entsorgungsvorgang als auch bei der gewerblichen Abholung der recyclingfähigen Abfälle im Rahmen der Containerleerung in Sammelfahrzeuge. Nicht selten führt die Nutzung und der Betrieb dieser Sammelstandorte zu Beschwerden aus der Nachbarschaft und wird Gegenstand von Rechtsstreitigkeiten (z.B. Bundesverwaltungsgericht, Beschluss vom 22.11.2010), die oft auch auf Lärmkonflikte Bezug nehmen.

Insbesondere in verdichteten Siedlungsräumen mit weiteren lärmemittierenden Infrastrukturen (u.a. Straßen, Schienenwege, Gewerbe- und Sportanlagen) ist es daher notwendig, die Sammelstandorte unter Lärminderungsaspekten zu planen und zu betreiben.

1.2 Problemstellung

Sammelstandorte für recyclingfähige Abfälle verursachen Geräusche. In der Nachbarschaft zu schutzbedürftigen Nutzungen (z.B. Wohn-, Büro- und Krankenhäuser) werden diese häufig zu unerwünschtem Schall – also zu Lärm.

Bei näherer Betrachtung solcher Standorte fällt auf, dass die unterschiedlichen Entsorgungsprozesse vielfältige geräuschrelevante Vorgänge beinhalten. Akustisch unterscheiden sich diese in der Häufigkeit ihres Auftretens, in der Dauer des jeweiligen Einzelereignisses und in der Höhe der durch dieses verursachten Schallpegel.

Besonders geräuschintensiv ist die Entsorgung von Altglas. Das Anschlagen und das klirrende Zerbrechen von Glas weisen eine Geräuschcharakteristik auf, die in ihrer akustischen Wirkung gegenüber anderen Wertstoffen (z.B. Papier, Plastik) hervorsteht. Dies gilt insbesondere für die Geräuschspitzen.

Unabhängig vom jeweiligen Wertstoff sind an den Sammelplätzen zudem geräuschrelevante Begleiterscheinungen im Alltagsbetrieb festzustellen, die sich störend auf die Nachbarschaft auswirken können. Hierzu gehören etwa vermeidbare Leerlaufgeräusche von Motoren (Pkw / Lkw), Geräuschauffälligkeiten an den Containern infolge von Defekten sowie Stör- und Schlaggeräusche durch unsachgemäßen Entsorgungsvorgänge.

Standorte von Sammelcontainern beeinträchtigen die Nachbarschaft insbesondere dann, wenn in der Planung eine schalltechnische Betrachtung ausgeblieben ist und so im Betrieb nicht der Stand der Technik umgesetzt werden konnte. Solche Beeinträchtigungen wären in vielen Fällen vermeidbar, weil es in der Praxis bewährte Lärminderungsmaßnahmen gibt.

1.3 Erkenntnisinteresse

Der Forschungsschwerpunkt bei diesem Projekt liegt auf der Ermittlung, Beurteilung und Minderung von Geräuschemissionen an öffentlichen Sammelplätzen für recyclingfähige Abfälle. Die durchgeführte Literaturrecherche (siehe Abschnitt 1.4) hat aufgezeigt, dass die Quelllage zu Geräuschen, Geräuschausprägungen und immissionsseitigen Anforderungen an Sammelstandorte für recyclingfähige Abfälle nicht sehr ausgeprägt ist. Mit wenigen Ausnahmen (EMPA, 2012) sind die öffentlich verfügbaren und fundierten Informationsquellen deutlich älter als 20 Jahre (LÄRMKONTOR GmbH, 1993) (LÄRMKONTOR GmbH, 1995) (LÄRMKONTOR GmbH, 1997).

Vor diesem Hintergrund soll ein aktueller Beitrag zur systematischen Erfassung der emissionsseitigen Komponenten an öffentlichen Sammelplätzen und dem anlagenbezogenen Stand der Technik bereitgestellt werden. Die Definition des Stands der Technik wird dabei in Bezug auf den Umweltbelang Schall übereinstimmend zu § 3 Abs. 6 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG²) als dem Entwicklungsstand hinsichtlich fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen bzw. Betriebsweisen zur praxisbezogenen Begrenzungsmaßnahme von Emissionen angewandt.

In diesem Zusammenhang stellen sich zwei zentrale Fragen:

- ▶ *Wodurch entstehen an öffentlichen Sammelplätzen Geräuschemissionen?*
- ▶ *Welche Handlungsoptionen bestehen für die Lärminderung in Planung und Betrieb dieser Abfallsammelplätze und wie sind diese in der Praxis hinsichtlich ihrer akustischen Wirkung und der (kostenseitigen) Umsetzbarkeit zu werten?*

Um sich den Antworten zu nähern, wird in Abschnitt 2 den Grundlagen zu den konkreten Emissionen und den dazugehörigen geräuschrelevanten Vorgängen an Abfallsammelplätzen nachgegangen. Letztere werden kleinteilig in Bezug auf die jeweilige Geräuschkomponente analysiert, bestehende rechtliche und umweltpolitische Anforderungen benannt und anschließend der Kenntnisstand zusammengefasst. Festgestellte Datenlücken werden hierbei identifiziert und durch eine Messkampagne (siehe Abschnitt 3) inhaltlich geschlossen. Im Rahmen von Messungen im Feld werden bestimmte, vordefinierte geräuschrelevante Vorgänge ermittelt. Durch das Zusammenwirken der Erkenntnisse aus den genannten Abschnitten, soll ein ganzheitlicher Überblick über die standortbezogenen Geräuschkulissen ermöglicht werden. Auf dieser Grundlage werden im Sinne der im Interesse stehenden Lärminderungsmöglichkeiten Hinweise auf die schalloptimierte Planung und den geräuscharmen Betrieb der Sammelplätze formuliert (siehe Abschnitt 4). Diese werden anschließend als praxisorientierte Handlungsempfehlungen ausgearbeitet.

1.4 Methodik und Vorgehensweise

Im Rahmen des Projektes wurde zur Gliederung des Forschungsvorhabens und zur Identifikation der relevanten Forschungsgegenstände eine Sammlung von möglichen Aspekten

² Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I S. 123) geändert worden ist

zum Thema des Vorhabens „Beurteilung und Minderung des Lärms an Sammelplätzen für recyclingfähige Abfälle“ vorgenommen. Eine Visualisierung der Themen ist in Abbildung 2: als Mind-Map dargestellt.

Erkennbar sind die wesentlichen Themen wie z.B. „Container“ (zu unterschiedlichen Typen, Bauarten, möglichen Innovationen etc.), „Standort“, „Aktion“ (Einwurf, Entleerung, Anfahrt etc.), „Beteiligte“ und „Handelnde vor Ort“.

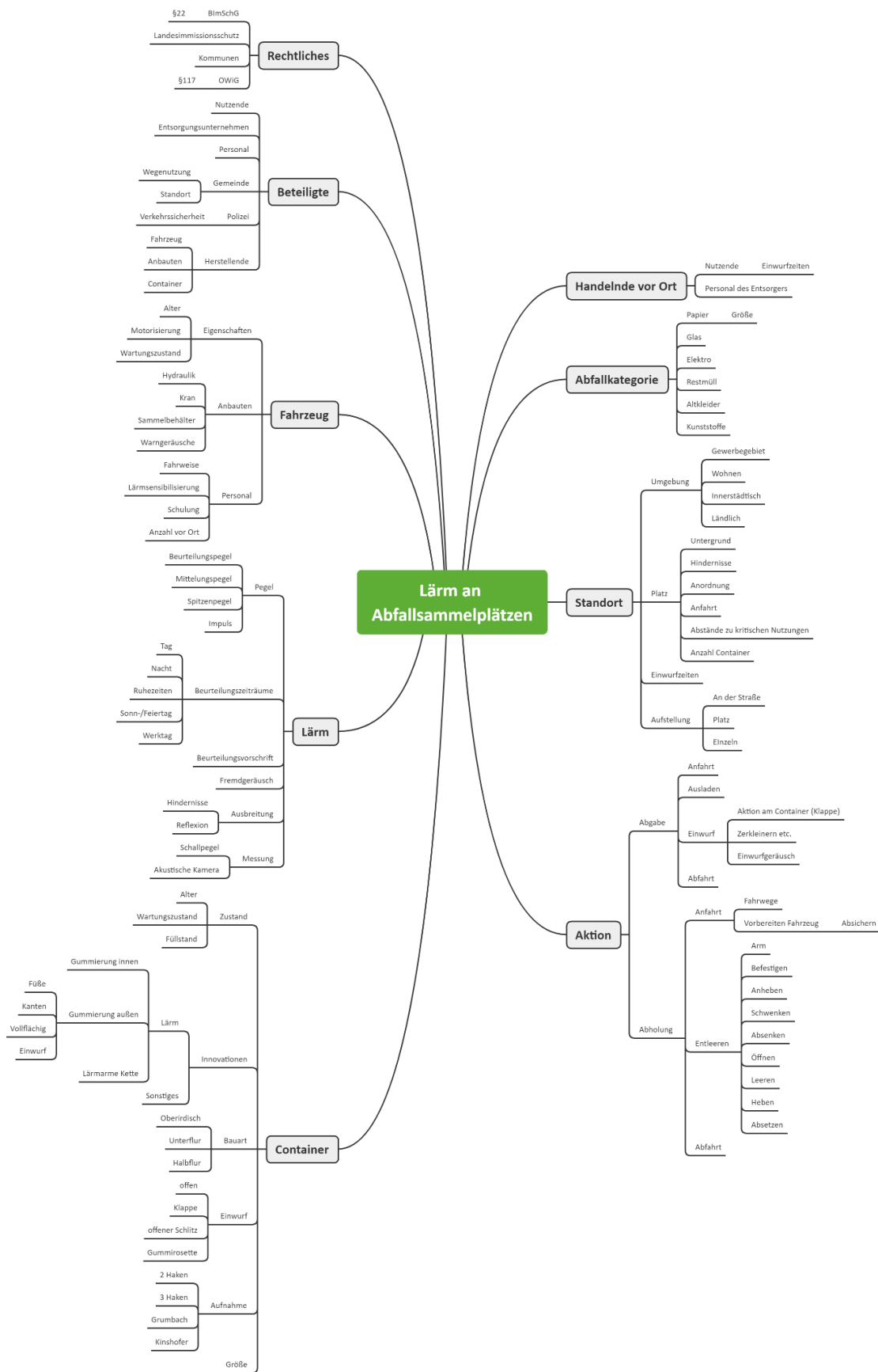
In der weiteren Bearbeitung wurde auf diesem Wissen aufgebaut, u.a. bei der

- ▶ Literaturrecherche
- ▶ Identifizierung der relevanten Akteure
- ▶ Prüfung relevanter Abfallkategorien
- ▶ Unterscheidung von Standorten
- ▶ Kategorisierung von Containern.

Bei der Literaturrecherche zu Projektbeginn wurden wenige Quellen ermittelt, die über die wesentlichen, zu Projektbeginn bereits bekannten Informationen hinausgingen. Intensive Untersuchungen erfolgen bereits 1993-1997 (LÄRMKONTOR GmbH, 1993) (LÄRMKONTOR GmbH, 1995) (LÄRMKONTOR GmbH, 1997) durch das Umweltbundesamt sowie 1993-2004 durch das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2004). Neuere Studien, die sich im Kern im Wesentlichen mit den Abholprozessen beschäftigen, folgten 2011-2012 in der Schweiz (EMPA, 2011) (EMPA, 2012) (Bundesamt für Umwelt der Schweiz, 2012).

Es erfolgte eine systematische Ansprache sowohl von kommunalen Entsorgungsunternehmen sowie Unternehmen der Containerherstellung. Hieraus wurden jedoch nur wenige Erkenntnisse gewonnen, da die Thematik „Lärm“ selten systematisch vertieft verfolgt wurde. Bei den Entsorgungsunternehmen sind es teilweise Beschwerden über laute Standorte, wobei Entscheidungen zur Standortwahl in der Regel nicht in deren Zuständigkeitsbereich fällt, sondern eine kommunale Entscheidung ist. Bei den Herstellenden war eine geringe Umsetzung von – über bestimmte Anforderungen hinausgehende – lärm mindernde Maßnahmen erkennbar, die auch aus der gängigen Ausschreibungspraxis herrührt (siehe hierzu u.a. Kapitel 2.3).

Abbildung 2: Visualisierung Themensammlung zu Projektbeginn als „Mind-Map“



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

2 Geräuschemissionen an Abfallsammelplätzen

2.1 Eingrenzung der Untersuchung

Das Forschungsvorhaben ist auf die Emissionen von Sammelplätzen von recyclingfähigen Abfällen ausgerichtet. Bei den zu betrachtenden Vorgängen handelt es sich um ein sogenanntes „Bringsystem“, d.h. der Abfall wird zum Abfallsammelplatz gebracht und nicht am Wohnort abgeholt.

An Wertstoffsammelplätzen kommen verschiedene Containersysteme für unterschiedliche Wertstoffe (u.a. Altglas, Altpapier) zum Einsatz. Hierzu zählen neben oberirdischen Containern auch Halb- und Unterflursysteme mit variierenden Fassungsvermögen. Die technischen Anforderungen an solche Containersysteme bis 5 m³ Fassungsvermögen sind unter anderem in der DIN EN ISO 13071-1:2019-09³ erfasst.

Als besonders geräuschintensiv stellt sich die Altglasentsorgung dar, dies bestätigen auch qualitative Einschätzungen von kontaktierten Entsorgungs- und Herstellerfirmen und mehrere Regelungen in Normen speziell zu Altglas. Bestimmte Geräuschereignisse, die bei der Containerentleerung auftreten, sind voraussichtlich unabhängig vom eigentlichen Wertstoff in der Wirkung auf die Umgebung relevant, d.h. auch Altpapiercontainer können relevante Geräuschemissionen hervorrufen (siehe hierzu auch (EMPA, 2011)).

Vor diesem Hintergrund wird festgehalten, dass mit der beabsichtigten Forschungsarbeit folgende Aspekte zu Emissionen an Sammelplätzen berücksichtigt bzw. vorausgesetzt werden:

- ▶ Es handelt sich um öffentlich zugängliche Sammelplätze für die private Entsorgung von verschiedenen Wertstoffen.
- ▶ Es werden neben oberirdischen Containern auch Halb- und Unterflursysteme mit variierenden Fassungsvermögen bis 5 m³ und unterschiedlichen technischen Details untersucht.
- ▶ Die Geräuschrelevanz der Teilvorgänge wird ganzheitlich betrachtet, so dass neben dem privaten Entsorgungsvorgang auch die gewerbliche Containerleerung durch Maschineneinsatz betrachtet wird.
- ▶ Für die private Entsorgung wird der Wertstoff Altglas als lauteste Variante für die Formulierung von Lärminderungsmaßnahmen in Bezug auf Mindestabstände angesetzt.

³ DIN Deutsches Institut für Normung (2019): DIN EN ISO 13071-1:2019-09 - Stationäre Abfallsammelbehälter bis 5 000 l, mit Behälteraufnahme an der Oberseite und Bodenentleerung - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

2.2 Bestehende Anforderungen

2.2.1 Rechtliche Regelungen der Planaufstellung

Die Planung und Aufstellung von Abfallsammelplätzen im öffentlichen Raum unterliegen den Anforderungen nach im Grundsatz den Bauordnungen der Länder. Sofern Sammelplätze auf öffentlichen Wegen geplant werden, besteht für die Standplätze als Sondernutzung nach den Straßen- und Wegegesetzen der Bundesländer eine Erlaubnispflicht der zuständigen Behörde (LÄRMKONTOR GmbH, 1997). In Bezug auf die Erlaubniserteilung einer Sondernutzung besteht ein behördliches Ermessen, welches jedoch durch die unterschiedlichen Nutzungsansprüche an den Straßenraums eingeschränkt wird. Hierzu zählt insbesondere das Vermeiden von Belästigungen in der räumlichen Nachbarschaft bezüglich der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen.

Im Sinne des öffentlichen Baurechts sind die Containerstandorte ortsfeste mit dem Erdboden verbundene Anlagen. Die länderspezifischen Regelungen sehen zumeist für die Errichtung der Behälter mit dem Sammlungszweck für verwertbare Abfallstoffe ein verfahrensfreies Vorhaben vor. Damit besteht eine Freistellung gegenüber Pflichten der Genehmigung und Anzeigepflicht. Diese gilt unbenommen der allgemeinen materiellen bauordnungsrechtlichen Anforderungen, die insbesondere bestimmen, dass durch die Sammelanlagen keine unzumutbaren Belästigungen entstehen (LÄRMKONTOR GmbH, 1997).

Weiterhin ergeben sich an die bodenseitige Errichtung von Abfallsammelplätzen bauplanungsrechtliche Anforderungen im Sinne von § 29 Baugesetzbuch (BauGB⁴). In diesem Zusammenhang greifen die allgemeinen Anforderungen gemäß § 30 BauGB in Verbindung mit konkretisierenden Bestimmungen der Baunutzungsverordnung (BauNVO⁵) hinsichtlich der Zulässigkeit in Bezug auf die Art der baulichen Nutzung je Gebietskategorie gemäß §§ 2-13a sowie als Nebenanlage gemäß § 14 BauNVO. In § 15 Abs. 1 BauNVO wird für bauliche bzw. sonstige Anlagen die Unzulässigkeit benannt, sofern von diesen im Einzelfall Belästigungen oder Störungen auf die räumliche Umgebung im Baugebiet selbst oder dessen Nachbarschaft ausgehen und die Grenze der Zumutbarkeit überschritten wird. In dieser Regelung wird das Rücksichtnahmegebot für den Einzelfall definiert, da die geplanten Nutzungen so zuzuordnen sind, dass Konflikte möglichst vermieden werden.

Das bauplanungsrechtliche Gebot der Rücksichtnahme in Bezug auf den Umweltbelang Schall ist über die Anforderungen des Immissionsschutzrechts bestimmt (LÄRMKONTOR GmbH, 1997).

2.2.2 Immissionsschutzrechtliche Einordnung

Die Planung von Abfallsammelplätzen und Aufstellung von Containern unterliegt in der Beurteilung in Bezug auf eine Zulässigkeit den Anforderungen des Immissionsschutzrechts. Definitorisch ist für die Anlagen § 3 Abs. 5 Nr. 1 BImSchG heranzuziehen, demnach entsprechen die Anlagen den genannten Betriebsstätten und sonstigen ortsfesten Einrichtungen. Die in diesem Bericht behandelten Abfallsammelplätze zählen qua Regelung in § 4 Abs.1 BImSchG zu den nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen, gleichwohl sind diese Anlagen geeignet schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorzurufen.

⁴ Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I S. 394) geändert worden ist

⁵ Baunutzungsverordnung (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I S. 176) geändert worden ist

Für nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen gelten insbesondere die betreiberseitigen Pflichten des § 22 BImSchG. In Absatz 1 wird dort als Anforderung an die Errichtung und den Betrieb insbesondere geregelt, dass

- ▶ schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und
- ▶ unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß unter Einhaltung des Stands der Technik beschränkt werden.

Im Sinne von § 3 Abs. 3 BImSchG gelten diese Anforderungen insbesondere für Geräusche als relevanter Umweltbelang. Weiterhin sind diese Anforderungen auch bei der Ermessensausübung für die wegerechtliche Sondernutzungserlaubnis für die Aufstellung von Containeranlagen zu beachten (siehe 2.2.1).

Für die Ermittlung und Beurteilung der schalltechnischen Auswirkungen einer Abfallsammelanlage in Bezug auf die Intensität kann auf die Grundsätze der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm⁶) zurückgegriffen werden. Die normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift ist auf Grundlage von § 48 BImSchG erlassen worden und enthält insbesondere gebietsbezogene Immissionsrichtwerte und Bestimmungen zu kurzzeitigen Geräuschspitzen. Anhand derer kann ein Anhalt über die Geräuschintensität im Einzelfall hinsichtlich der Feststellung einer schädlichen Umwelteinwirkung und dem Überschreiten der Zumutbarkeitsschwelle gewonnen werden.

2.2.3 Umweltpolitische Regelungen zum Betrieb

In § 22 BImSchG werden die Betreiberpflichten mit Verweis auf den Stand der Technik genannt. Hieran sind auf der Grundlage § 3 Abs. 6 BImSchG praxisbezogene Begrenzungsmaßnahmen von Geräuschemissionen geknüpft. Verbindlich definiert sind diese nicht, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass marktgängigen Produktausführungen die Mindestanforderung an den Stand der Lärminderungstechnik definieren. Neben der Angebotsseite besteht die Möglichkeit auf der Nachfrageseite das Anforderungsprofil an den Stand der Technik regulatorisch zu definieren.

Für den Betrieb von Altglassammelbehältern gelten in Deutschland die Anforderungen der 32. BImSchV⁷. Unter § 7 ist dort bestimmt, dass ein Betrieb von Altglassammelbehältern nur werktags zwischen 7:00 und 20:00 Uhr in Nachbarschaft zu schutzbedürftigen Nutzungen zulässig ist. An Sonn- und Feiertagen dürfen die Sammelstellen nicht betrieben werden. Betrieb ist an dieser Stelle gleichzusetzen mit den zulässigen Einwurfzeiten.

Emissionsseitig relevant ist in diesem Zusammenhang gemäß der 32. BImSchV und der EU-Richtlinie 2000/14/EG⁸ ausschließlich der Einwurf von Altglas vor Ort am Container. Gemäß der DIN EN ISO 13071-1:2019-09 sind Altglasbehältersysteme hinsichtlich der so ermittelten Geräuschemissionen zu kennzeichnen. Nicht betrachtet werden Emissionen u.a. aus der Leerung und Abholung der Container.

⁶ Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998, S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)

⁷ 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV) vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 110 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

⁸ Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen

Das Umweltzeichen „Blauer Engel“ (RAL UZ 21) definiert für oberirdische Altglascontainersysteme den derzeitigen emissionsseitigen Standard. Demnach gelten Altglascontainer als „lärmmarm“ sofern diese für den Flascheneinwurf $L_{WA} \leq 91 \text{ dB(A)}$ einhalten. Die Wirksamkeit der Lärminderungsmaßnahmen ist dabei jedoch nur für zwei Jahre, bei bestimmungsgemäßem Gebrauch, zu garantieren. Insofern ist nach Ablauf von zwei Jahren, oder im Falle von z.B. Vandalismus bzw. übermäßiger oder unsachgemäßer Nutzung davon auszugehen, dass die Emissionen von Altglascontainern auch höher liegen können.

Es besteht die Möglichkeit, bei der Anlagenplanung und der Produktbeschaffung den Stand der Technik im Rahmen von Ausschreibungen nachzufragen. Damit besteht neben rechtlichen Steuerungsinstrumenten (siehe vorherige Abschnitte) auch die Möglichkeit, das emissionsseitige Anforderungsprofil von Abfallsammelplätzen umweltpolitisch anhand des marktgängigen Umweltzeichens zu beeinflussen.

2.2.4 Verträglichkeit störender Abfallsammelplätze

Unberücksichtigt bleibt bei den bisher betrachteten Anforderungen eine mögliche Störwirkung, die über die rein technische Geräuschbelastung (ausgedrückt durch Mittelungspegel sowie Maximalpegel) hinausgehen kann. Hinsichtlich der Lärmbelastung wird in Deutschland dabei zudem nur anhand der Emission des Depotcontainers selbst verfahren, und hier nur von jenen für Altglas. Ein „lärmarmer Altglascontainer“ wird als hinreichend verträglich angesehen. Dies wird z.B. aus einem Urteil des VG Aachens deutlich:

„Die Kammer weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass es rechtlich nicht von Bedeutung ist, ob inzwischen möglicherweise noch besser lärmreduzierte Altglascontainer verfügbar sind und durch einen Austausch der Container gegebenenfalls eine weitere Lärmreduzierung bewirkt werden könnte.“ (VG Aachen 2011⁹)

Abweichend zu dieser Praxis und den in den 1990er-Jahren veröffentlichten pauschalisierten „Mindestabstände“ zu schutzbedürftigen Nachbarschaftsnutzungen (LÄRMKONTOR GmbH, 1993) gibt es für die Schweiz eine detailliertere Berechnung, für die als Orientierungshilfe eine Berechnung mittels Excel-Datei zur Verfügung steht (Bundesamt für Umwelt der Schweiz, 2012). In die Berechnung gehen neben den Emissionen eines einzelnen Einwurfs am Container vor allem auch die Emissionen bei der Abholung der Wertstoffe ein. Die Bewertung der möglichen Planungswerte und der damit verbundenen Grenzabstände zur Nachbarschaft erfolgt auch nach Empfindlichkeitsstufen (abhängig von der schutzbedürftigen Nutzung). Aus der als Standard hinterlegten Parametrisierung einer „Hauptsammelstelle“ geht hervor, dass die Leerung der Container gegenüber dem Flascheneinwurf und insbesondere dem Pkw-Verkehr akustisch deutlich größeren Einfluss besitzt.

2.3 Entwicklung der Emissionen von Altglascontainern

Aus der Recherche stehen Literaturquellen zur Verfügung, die auch den Zeitraum von vor 20 Jahren abdecken. Diese sollen nicht nur für eine Bewertung der aktuellen Geräuschsituation herangezogen werden, sondern sollen eine Einschätzung zur Entwicklung der Emissionen im Zeitkontext ermöglichen.

In Abbildung 3 sind verschiedene Schallpegel zusammengestellt, die sowohl aus der Literatur (z.B. (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2004) sowie (EMPA, 2012)), früheren

⁹ VG Aachen, Urteil vom 15.12.2011 - 6 K 2346/09

Messungen im Rahmen der „Lärmklassen“ (LÄRMKONTOR GmbH, 1993; LÄRMKONTOR GmbH, 1995; LÄRMKONTOR GmbH, 1997) sowie aus Messberichten der Hersteller, Ausweisungen an Depotcontainern sowie allgemeinen Herstellerangaben entstammen. Dargestellt sind sowohl gemessene Maximalpegel (pink) für leere bzw. teilgefüllte Depotcontainer sowie Schallleistungspegel für oberirdische Container (grün) bzw. Unterflursysteme (dunkelblau). Nicht enthalten sind bisher Teilunterflursysteme (hellblau).

Auffällig an den Ergebnissen ist vor allem der deutliche Unterschied in den Maximalpegeln aus den Messungen, die 1993 bzw. 1997 veröffentlicht wurden. Um 1993 (und damit nach den damals veröffentlichten Messungen) gab es Bestrebungen seitens des Umweltbundesamtes, die RAL UZ 21 (RAL gGmbH, 2011) von 1982 zu verschärfen (LÄRMKONTOR GmbH, 1993). Im Jahr 1997 waren aber bereits die „Lärmklassen“ als Anforderungen an die Schallemission (als Maximalpegel) definiert.

Mit der Einführung der erhöhten Anforderungen resultierte somit eine Verminderung der maximalen Schallpegel der Depotcontainer. Seit Anfang der 2000er Jahre ist hingegen keine deutliche Abnahme der Lärmemissionen mehr festzustellen. Vielmehr erfüllen heute laut Angabe verschiedener Hersteller fast alle oberirdischen Systeme die Anforderungen an die RAL UZ 21 (RAL gGmbH, 2011), Umweltzeichen „Blauer Engel“, von $L_{WA} \leq 91$ dB(A) als lärmarme Container für Altglas.

Bemerkenswert ist, dass einzelne Hersteller trotz niedrigerer gemessener Schallleistungspegel (in einem Fall eines Unterflursystems) auf eine Auszeichnung bzw. Produktbewerbungen mit der geringeren Schallleistung verzichten (grauer Pfeil im Diagramm). Es wird einzig die nach Anforderung mögliche Schallleistung garantiert, nicht ein eventuell niedrigerer, vom Container erreichbarer Wert.

Auffällig ist die Entwicklung zum Beispiel bei einem Containertyp, der mit identischer Produktkennung sowohl 1993, 1997 als auch 2006 gemessen wurde:

- Für 1993 werden zwei Bauweisen genannt, ohne lärmindernder Ausstattung sowie mit Rosette und Fallbremse (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2004).
- 1997 sind für diesen Container ebenfalls umfangreiche Lärminderungsmaßnahmen vermerkt (Auskleidung, Gummierung etc.) (LÄRMKONTOR GmbH, 1997).
- 2006 eine geringere Wandstärke (4 mm statt 5 mm) sowie ein Entfall der Gummierung (Messbericht des Herstellers¹⁰, 2006).

Der Maximalpegel im leeren Zustand lag in der Version 1993 bei 103 dB(A) bzw. 107 dB(A), der Schallleistungspegel liegt bei $L_{WA} = 98$ dB(A) bzw. $L_{WA} = 100$ dB(A). In der fortentwickelten Version 1997 liegt der Maximalpegel leer mit 91 dB(A) mehr als 10 dB geringer, entsprechend wäre auch ein deutlicher Rückgang des Schallleistungspegel auf unter 90 dB zu erwarten.

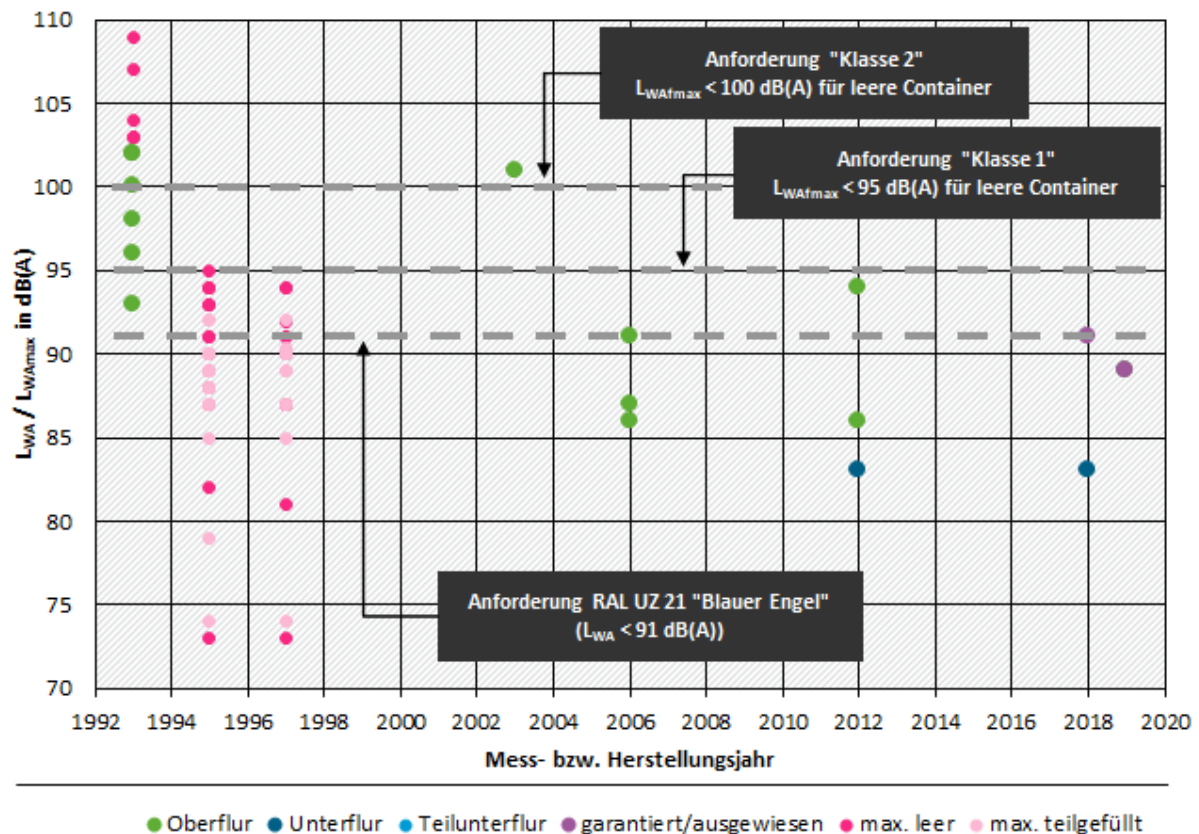
Bei Messungen aus dem Jahr 2006 werden die Anforderungen an den „Blauen Engel“ von $L_{WA} \leq 91$ dB(A) eingehalten, damit ist erwartungsgemäß aufgrund entfallener Lärmschutzmaßnahmen wieder eine Zunahme der Geräuschemissionen eingetreten.

¹⁰ Schalltechnischer Messbericht zum Depotcontainer, vertraulich zur Verfügung gestellt vom Hersteller.

Abbildung 3: Entwicklung der Schallemission von Altglascontainern

Entwicklung der Schallemissionen von Altglascontainern

Zusammenstellung von Messergebnissen, Typangaben und Anforderungen



Basierend u.a. auf Daten aus EMPA 2012, BayLfU 2004, LÄRMKONTOR 1997; LWAmax für "max. leer" und "max. teilgefüllt", sonst LWA

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Bei den Herstellenden besteht erkennbar derzeit kein Bedarf, lärmärmere bzw. leisere Systeme in Deutschland anzubieten bzw. derart auszuzeichnen. Zudem werden auf der Herstellerseite häufig für die verschiedenen Containersysteme optionale Schallschutzpakete zur Geräuschoptimierung separat vertrieben. Dies ist in der Regel eine zusätzliche Kostenposition in der Beschaffung.

Zusammenfassend kann aus Literatur sowie Herstellerangaben für verschiedene Depotcontainer aktuelleren Baujahrs (der letzten 10 Jahre) festgehalten werden, dass Schallleistungspegel zwischen 94 dB(A) (Oberflur) und 83 dB(A) (Unterflur) erfasst wurden.

2.4 Geräuschrelevante Vorgänge

Zur systematischen Identifizierung der forschungsrelevanten Geräusche an Abfallsammelplätzen ist eine ganzheitliche Analyse der geräuschverursachenden Vorgänge und Beteiligten durchzuführen. Im Sinne des Erkenntnisinteresses ist festzustellen, welche Tätigkeiten und Prozesse vor Ort schalltechnisch relevant sind und welche Ansätze zur Lärminderung, dann in Ableitung auch grundsätzlich in Bezug auf die Planung, bestehen.

Die Geräusche an Wertstoffsammelplätzen sind stark abhängig von den Nutzern, dem Containertyp sowie die für die Entleerung eingesetzte Technik und dem Personal. Die Nutzer erledigen ihre Entsorgungsgänge zu Fuß, mit Rad oder mit Pkw, die zum Teil während der Entleerung laufen gelassen werden. Die Geräuschkulisse bei laufendem Pkw-Motor stellt jedoch nicht mehr den heutigen Stand der Technik aufgrund von Start-Stop-Technik und zunehmender E-Mobilität dar. Aber es werden Geräuschspitzen durch das Türeinschlagen der Pkw oder auch bei den Lkw während der Entsorgung hervorgerufen. Des Weiteren bestimmen die Einwurfart und -zeiten der Nutzer auch die Lästigkeit des Geräusches.

Hinsichtlich der Emission sind zwei geräuschrelevante Vorgänge zu unterscheiden:

- ▶ Private Entsorgung von Wertstoffen durch Containereinwurf
- ▶ Professionell gewerbliche Containerentleerung in Abholfahrzeug.

Diese Unterscheidung der geräuschrelevanten Vorgänge deckt sich mit den Erkenntnissen des Bundesamtes für Umwelt der Schweiz (BAFU) (EMPA, 2012). In dieser Studie wird zudem der Hinweis gegeben, dass je nach Containersystem und Konstruktion verschiedene Geräuschemissionen auftreten.

Eine weitere Betrachtung der beiden Vorgänge, Abholung und Einwurf, führt zu einer Trennung hinsichtlich der schalltechnisch relevanten Aspekte. Hierzu zählen u.a.

- ▶ **Container:**
System, Bauart, Aufnahmesystem, Größe, Einwurfmöglichkeit, Lärmoptimierung, Abfallkategorie, Aufstellung am Standort, Abstände zu schutzbedürftigen Nutzungen
- ▶ **Entsorgungsfahrzeuge:**
Fahrzeugart, Aufnahmesystem, Anbauten, Anzahl der Fahrten
- ▶ **Abgabe von Wertstoffen:**
Aktionen am und mit Container, Einwurf in den Container, An- und Abfahrt, Häufigkeiten
- ▶ **Abholung von Wertstoffen:**
Aktionen am und mit Container, An- und Abfahrt, Leeren des Containers, Häufigkeiten

Im weiteren Vorhaben werden diese wesentlichen Aspekte weiter betrachtet.

Hinsichtlich der Geräuschcharakteristik können des Weiteren grob drei Gruppen von Ereignissen klassifiziert werden:

- ▶ **Lang:** Andauernde Geräusche über Minuten mit gleichbleibendem oder leicht variierendem Schallpegel (z.B. Leerlaufgeräusche von Sammelfahrzeugen)
- ▶ **Mittel:** Geräusche über wenige Sekunden (z.B. Entleerung)
- ▶ **Kurz:** Kurze, impulshaltige Geräusche bzw. Maximalpegel (z.B. Einwurfgeräusche)

2.4.1 Emissionen bei Abgabe und Anfahrt

Am häufigsten werden Lärmemissionen an Abfallsammelplätzen in Zusammenhang mit der Nutzung bei der Entsorgung von Wertstoffen eintreten. Hierzu gehören die mit der Anfahrt zusammenhängenden Geräusche, insbesondere bei Kfz-Verkehren, sowie auch die Einwurfgeräusche selbst. Darüber hinaus können weitere verhaltensbedingte Geräusche im Umfeld von Abfallsammelplätzen auftreten.

2.4.1.1 Altglas

Eine der lautesten Quellen, die in den bisherigen Betrachtungen identifiziert wurde, ist der Einwurf von Altglas, z.B. Flaschen, in Altglascontainer. Hierzu bestehen Vorschriften (siehe Kapitel 2.2), die Anforderungen an die Geräuschemissionen bei typischen Einwurfvorgängen stellen.

Typische Emissionspegel von Depotcontainern liegen bei einem Schallleistungspegel von 91 dB(A). Maximalpegel beim Einwurf können dabei rund 10-15 dB darüber liegen. Für optimierte lärmgeminderte Container wurden Emissionspegel ermittelt, die rund 10-20 dB unter den Anforderungen des „Blauen Engels“ liegen können (weiteres hierzu siehe Kapitel 2.3 und 2.4.3.5).

Es ist zu erwarten, dass die Einwurfvorgänge eine Varianz in der Geräuschemission aufweisen. Eine Studie zeigt anhand der Maximalpegel, dass bei „absichtlich lauten Einwürfen“ bis zu 11 dB höhere Maximalpegel erzielt werden können (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2004). Zu prüfen ist, ob eine Vermeidung „lautstarker Einwürfen“ vorgenommen werden kann, bzw. ob die Varianz in dieser Höhe allein verhaltensbedingt ist.

2.4.1.2 Altpapier

Für Einwürfen von Altpapier oder Altpappe in entsprechende Container bestehen keine Anforderungen wie für Altglascontainer. Grundsätzlich ist aufgrund des Wertstoffs zu erwarten, dass der Einwurf des Materials allein nur geringe Geräuschemissionen hervorruft.

Relevant können hingegen verhaltensbedingte Geräuschemissionen z.B. beim Zerkleinern von Kartons sein, wenn diese nicht in die Einfüllöffnung passen. Zudem gibt es Papiercontainer, die mit einer Klappe versehen sind. Diese kann, je nach Ausführung, ebenfalls zu Geräuschemissionen beitragen. Die Datenlage zu diesen Geräuschquellen ist derzeit gering.

2.4.1.3 Kfz-Fahrten

Bei der Anlieferung zum Container sind Wege zu Fuß oder auf dem Fahrrad aus lärmtechnischer Sicht zu vernachlässigen. Störend können hingegen Fahrten von Kraftfahrzeugen sein, es handelt sich hierbei weitgehend um Pkw.

Zu Geräuschemissionen von Kraftfahrzeugen besteht eine recht gute, anerkannte Datenlage, vor allem durch die Parkplatzlärmstudie (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2007). Hier werden insbesondere auch mögliche Rangierbewegungen von Pkw auf Parkplätzen erfasst. Es ist zu erwarten, dass diese insbesondere bei Abfallsammelplätzen an ansonsten ruhigeren Standorten je nach Frequentierung einen relevanten Beitrag zu den Geräuschemissionen haben können. An Standorten nahe verkehrsreicher Straßen ist der Beitrag der parkenden Pkw eher zu vernachlässigen.

Ebenfalls relevant können, auch an tendenziell eher lauterer Standorten, Spitzenpegel durch z.B. das Zuschlagen der Türen oder einer Kofferraumklappe sein. Typische Maximalpegel liegen hier bei 97,5 dB(A) (Tür) bzw. 99,5 dB(A) (Kofferraum).

2.4.2 Emissionen bei der Abholung

Die Abholung der in Depotcontainern gesammelten Wertstoffe geschieht in der Regel mittels Lkw. Dabei wird üblicherweise der Inhalt der Depotcontainer in das Sammelfahrzeug geschüttet. Geräuschvorgänge treten auf bei der Anfahrt, im Leerlauf der Sammelfahrzeuge, beim Anhängen des Containers, bei der Entleerung selbst, einschließlich des Schließens des Containers, sowie beim Aufsetzen des Containers.

Seltene Ausnahme sind Abrollbehälter, auf diese wird getrennt eingegangen (siehe Kapitel 2.4.2.6).

2.4.2.1 Anfahrt, Leerlaufgeräusche und Krannutzung

Gegenüber den Fahrgeräuschen von vornehmlich Pkw bei der Anfahrt der Entsorgenden ist die Anfahrt von Entsorgungsfahrzeugen mit deutlich höheren Geräuschemissionen verbunden. Neben den Geräuschen der Anfahrt ist zudem auch im Stand ein Leerlaufgeräusch vorhanden, u.a. um Hydraulikaggregate für z.B. Kranaufbauten anzutreiben.

Für Leerlaufgeräusche kann ein Schallleistungspegel von rund 94 dB(A) angesetzt werden (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2005). Dies deckt sich mit Ergebnissen aus der Schweiz (EMPA, 2011), wo 94,2 dB(A) für Bereitstellung inkl. An- und Abfahrt ermittelt wurden. Für die Krannutzung wird ein Schallleistungspegel von 99,4 dB(A) angegeben.

Auch wenn die Leerlaufgeräusche in der Regel mit Schallleistungspegeln einhergehen, die im Bereich der übrigen Emissionen wie den Einwüfen bei Altglas liegen, kann bei ansonsten ruhigen Abfallsammelplätzen durch die Länge der Abholung auch ein relevanter und potenziell störender Beitrag zur Lärmbelastung entstehen.

Durch eine Elektrifizierung der Abfallsammelfahrzeuge kann absehbar eine gewisse Lärminderung eintreten. Hierbei ist insbesondere ein Rückgang der Leerlaufemissionen zu erwarten. Der verbleibende Beitrag elektrisch angetriebener Aggregate kann jedoch noch nicht quantifiziert werden.

2.4.2.2 Einzelereignisse beim Anhängen

Zur Aufnahme der Container am Verladekran stehen verschiedene Systeme zur Verfügung, die in den meisten Fällen per Kette verbunden werden (siehe Kapitel 2.4.3.3). Je nach System sowie Fähigkeit des Bedienpersonals kann es hierbei zu Kontakten von Ketten und Depotcontainer kommen, was zu einer nicht unerheblichen Geräuschemission führen kann.

2.4.2.3 Entleerung

Bei der Entleerung des Containers werden diese in der Regel über das Sammelfahrzeug gehoben. Dort wird entweder direkt in einen Sammelbehälter (z.B. in Form eines Abrollcontainers) oder, bei Fahrzeugen mit Altpapierpresse, in eine Schüttöffnung entleert. Es ist zu erwarten, dass insbesondere bei Altglas eine höhere Füllmenge eine höhere Emission des Einzelereignisses bedingt (EMPA, 2011). Zu prüfen könnte sein, ob mehrere kleinere Einzelentleerungen gegenüber weniger größeren Entleerungen akustisch vorteilhaft sein können.

Eine Geräuschemission entsteht durch den fallenden Wertstoff. Bei Altglas ist dieser Vorgang sehr laut, bei Papier und Pappe hingegen weniger. Dafür kann es bei Altpapier, je nach Fahrzeug und Beladezustand, notwendig werden, dass das gesammelte Altpapier verdichtet wird, um eine höhere Beladung sicherzustellen. Hierzu wird bei Fahrzeugen ohne Presse in der Regel mit dem Container (im vollen oder bereits geleerten Zustand) der gesammelte Wertstoff verdichtet („Stampfen“). Beim Anschlagen des Depotcontainers an den Sammelbehälter auf dem Fahrzeug

kann es ebenfalls zu hohen, impulshaltigen Geräuschemissionen kommen. Zudem verlängert sich bei dem Vorgang die Betriebszeit des Fahrzeugs im Leerlauf.

Für die Containerleerung werden in der Literatur Schallleistungspegel gemittelt über rund 4 Minuten von 113 dB(A) genannt (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2004). Der Vorgang enthält dabei auch Kran- und Anhängergeräusche, der Schallleistungspegel der eigentlichen Entleerung liegt somit höher. Der Maximalpegel liegt bei 128 dB(A).

Untersuchungen aus der Schweiz (EMPA, 2011) trennen den Vorgang zwischen Heben und Zurückstellen (siehe 2.4.2.2) sowie der Leerung selbst. Für die Leerung wird, abhängig von der Glasmenge, gemittelt von einem Ereignis-Schallleistungspegel von rund 123-128 dB(A) (Messhöhe 1,5 m mit Abschirmung durch den Lkw) bzw. 129-134 dB(A) (Messhöhe 5 m) ausgegangen. Hierbei ist die Einwirkzeit jeweils mitberücksichtigt: Bei einer Zeitdauer von 10 s (Entnommen aus dem abgeleiteten Excel-Tool (Bundesamt für Umwelt der Schweiz, 2012)) ergibt dies einen Schallleistungspegel von 113-118 dB(A) bzw. 119-124 dB(A).

Nicht untersucht wurde in beiden Studien der Zusammenhang von Füllzustand und Fallhöhe auf die Geräuschemissionen.

2.4.2.4 Klappen

Nach erfolgreicher Leerung des Containers entstehen relevante, impulshaltige Geräusche bei einem Schließen des Containers. Je nach Bauart sind in der Regel metallische Konstruktionen anzutreffen, die in der Regel über keine Lärminderungsmaßnahmen verfügen.

2.4.2.5 Aufsetz- und Anstoßgeräusche

Deutliche Geräuschspitzen können beim Absetzen des Containers auf dem Boden entstehen, wenn der Behälter auf hartem Untergrund aufsetzt. Durch das Volumen des leeren Behälters kann es dabei zu einer Verstärkung der Geräuscentwicklung kommen.

Ebenfalls relevant können Geräusche beim Anschlagen an andere Objekte sein, insbesondere an angrenzende Containern. In der Regel sind diese in „Reihe“ angeordnet, sodass ein Container jeweils präzise zwischen zwei Containern abgestellt werden muss. Die beobachteten Containerbauarten verfügen über keinerlei Anstoßschutz (z.B. gummierte Ecken), es wurden hingegen teilweise deutliche Verformungen beobachtet, die aus entsprechenden Ereignissen herrühren können.

2.4.2.6 Wechselbehälter als Alternative

Seltener sind Systeme, bei dem der Sammelbehälter selbst in vollem Zustand verladen wird und durch einen leeren Behälter ersetzt wird. In einem identifizierten Beispiel bietet ein herstellendes Unternehmen einen verkleideten Abrollbehälter für Altpapier mit integrierter Presse an, der mit einem Liftsystem als Unterflursystem funktioniert. In einem anderen Fall (siehe Abbildung 4) wurde ein geschlossener Absetzcontainer nahe des Wertstoffhofs für die Altpapiersammlung eingesetzt.

Abbildung 4: Absetzcontainer (links) für Altpapiersammlung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Die Emissionen bei Wechselbehältern beschränken sich auf den Wechselvorgang selbst, einschließlich des Fahrzeugbetriebs, und eventuelle Geräusche beim Aufsetzen des Containers auf dem Fahrzeug oder auf dem Boden. Es entfällt insbesondere bei Glas jedoch der lärmintensive Vorgang der Entleerung. Das Entleeren des Containers selbst kann auf Wertstoffhöfen und somit in weniger lärmsensibler Umgebung geschehen.

Bei einem Wechsel des Behälters müssen eventuell mehrfache Rangierbewegungen stattfinden. Dies führt einerseits zu höheren Geräuschemissionen, andererseits müssen ggf. Flächen zum Rangieren sowie zum temporären Abstellen der leer angelieferten Container bereitstehen.

Insgesamt kann mit einem Abrollcontainer als Wechselbehälter tendenziell eine schnelle Entsorgung auch größerer Wertstoffmengen erfolgen. Behälter mit einem Volumen von rund 10 m^3 weisen eine Höhe von weniger als 1 m auf und können somit auch barrierefrei gestaltet werden. Das Füllvolumen entspricht somit rund 3-5 kleineren Depotcontainern.

2.4.3 Einfluss der Container

Wie bereits bei den Emissionen der Abholung teilweise beschrieben, hat der Container selbst einen nicht unerheblichen Einfluss auf die möglichen Geräuschentwicklungen. Im Rahmen des Projekts soll ein kurzer Überblick über die relevanten Eigenschaften gegeben werden, die bei der Bewertung der Geräuschemissionen von Interesse sein können. Hinsichtlich ausführlicherer Informationen z.B. zu Unterflursystemen, einschließlich technischer und baulicher Anforderungen, steht z.B. ein Informationsschreiben des Verbands kommunaler Unternehmen (VKU) zur Verfügung (Verband kommunaler Unternehmen e.V., 2020).

2.4.3.1 Containerbauarten

Zu unterscheiden sind neben Absetzcontainern (siehe 2.4.2.6) im Wesentlichen drei Bauarten von Depotcontainern:

- Oberflurcontainer werden als Behälter auf geeigneten Untergründen abgestellt. In der Regel sind hierzu aufgrund des Gewichts verdichtete bzw. befestigte Oberflächen notwendig. Aufgrund der notwendigen Erreichbarkeit der Einwurfschächte ist die Größe der Container begrenzt. In der Regel befinden sich die Einwurfschächte in einer Höhe von ca. 1,5 m. Dies bestimmt auch die maximale Füllhöhe. Aus Gründen der Barrierefreiheit sind niedrigere Einwürfe, z.B. für Rollstuhlfahrende, anzustreben, was mit einer Verringerung der möglichen Kapazität einhergeht.

- ▶ Bei Unterflurcontainern wird der Wertstoff in einen unterirdischen Depotcontainer über eine Einfüllöffnung eingeworfen. Es handelt sich dabei in der Regel um Einfüllsäulen, die über entsprechende Einfüllöffnungen, Klappen o.ä. verfügen. Die Erreichbarkeit ist aufgrund einer möglichen niedrigen Bauart deutlich besser. Das Volumen des Depotcontainers ist durch die Tiefe des Schachts begrenzt.
- ▶ Eine Mischform stellen Teil- oder Halbunterflurcontainer dar. Hierbei ist der Depotcontainer teilweise versenkt, es wird aber auch ein Bereich oberhalb des Bodenniveaus als Depotvolumen genutzt.

Abbildung 5: Beispiel für Unterflurcontainer an einem wohnungsnahen Standort



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 6: Beispiel für Oberflurcontainer an einem dörflichen Standort



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

2.4.3.2 Containervolumen / Gesamtvolumen an Abfallsammelplätzen

In der DIN EN ISO 13071-1:2019-09 werden Fassungskapazitäten bis 5 m^3 erfasst. Typische Containervolumen von Oberflurcontainern liegen bei ca. $1,5 \text{ m}^3$ bis etwas über 3 m^3 . Das Volumen ist durch die Höhe der Einwurfföffnung begrenzt. Größere Volumina bedingen entweder höhere Einwurfföffnungen (nicht barrierefrei) oder größere Flächen der Depotcontainer. Für Unterflursysteme werden Füllgrößen bis 5 m^3 erreicht.

Limitierend beim Volumen des Containers ist jedoch auch die Tragfähigkeit der Kransysteme an den Abfallsammelfahrzeugen. Die DIN EN ISO 13071-1:2019-09 begrenzt die zulässige Gesamtmasse auf 2.500 kg . Größere Volumina und Gewichte sind somit nur über Absetzcontainer (siehe 2.4.2.6) realisierbar.

Grundsätzlich ist mit größeren Volumina eines einzelnen Depotcontainers auch eine mögliche höhere Geräuschentwicklung bei der Entleerung gegeben (vgl. Kapitel 2.4.2.3 sowie (EMPA, 2011)). Dafür verringert sich die Anzahl der notwendigen Entleerungsvorgänge bei einer Anfahrt. Durch größere Containervolumen kann zudem auch die notwendige Anzahl der Anfahrten (z.B. zweiwöchentlich statt wöchentlich) reduziert werden, insbesondere, wenn an seltener frequentierten Abfallsammelplätzen nur je ein Depotcontainer pro Wertstoff zur Verfügung steht.

2.4.3.3 Aufnahmesysteme

Für die Aufnahme des Behälters am Kran des Sammelfahrzeugs stehen verschiedene Aufnahmesysteme zur Verfügung, die auch weitere technische Eigenschaften des Depotcontainers bestimmen. Wesentliche Eigenschaften der Systeme sind z.B. in (Verband kommunaler Unternehmen e.V., 2020) beschrieben.

- Bei 1-Haken-Aufnahme wird der einzige Haken zum Heben des Behälters genutzt. Das Öffnen findet über einen Entriegelungsmechanismus am Boden des Containers statt, das Schließen in der Regel über das Aufsetzen der Entleerungsklappe auf dem Boden (Verband kommunaler Unternehmen e.V., 2020). Dieses System ist nach Recherche selten anzutreffen.

- ▶ Bei der 2-Haken-Aufnahme wird ein Haken zum Heben des Behälters genutzt, der zweite Haken betätigt die Entleerungsklappe.
- ▶ Eine 3-Haken-Aufnahme¹¹ kann für Depotcontainer mit mehreren getrennten Einwurfkammern genutzt werden (z.B. getrennte Glasfraktionen), ist aber ansonsten vergleichbar zum 2-Haken-System.
- ▶ Bei der Pilz-Aufnahme wird eine pilzförmige Aufnahme vom Kransystem fest umschlossen.

Alle Haken-Systeme können mit Ketten am Kran befestigt werden, es gibt jedoch auch Anbausysteme, die einen direkten Anschluss für 2- oder 3-Haken-Systeme ermöglichen. Sofern der Container selbst oder ein Anbaugerät an Ketten hängt, sind Pendelbewegungen des Containers möglich. Die Drehung des Containers kann in der Regel nicht kontrolliert werden. Bei Pilz-Aufnahmen können durch die feste Verbindung die Pendelbewegungen des Depotcontainers weitgehend vermieden werden bzw. der Container kann kontrolliert gedreht werden. Dies gilt ggf. auch für weitere, hier nicht beschriebene (ggf. proprietäre) Systeme (siehe Abbildung 7).

Abbildung 7: Fixiertes Aufnahmesystem mit starrer Anbindung Kran-Container



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

2.4.3.4 Entleerungssystem im Containerinneren

Geräuschtechnisch relevant sowohl für Altglas- wie für Altpapiercontainer kann die Entleerungsmechanik im Containerinneren sein. Abhängig vom Typ und Hersteller kommen hierzu meist Systeme mit Ketten oder mit Stangen zum Einsatz. Diese müssen dabei auch robust genug gegen Einwurf von Wertstoff sein. Ein Beispiel für ein Kettensystem ist in Abbildung 8 dargestellt.

¹¹ Hinweis: einige Systeme verfügen über drei Hakenaufnahmen, funktionieren technisch aber wie ein 2-Haken-System. Der Entleerungsmechanismus wird über den mittleren Haken gesteuert, die äußeren dienen der Aufhängung des Containers am Kran.

Abbildung 8: Ketten der Entleerungsmechanik in einem Altpapiercontainer (Typ 1)



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

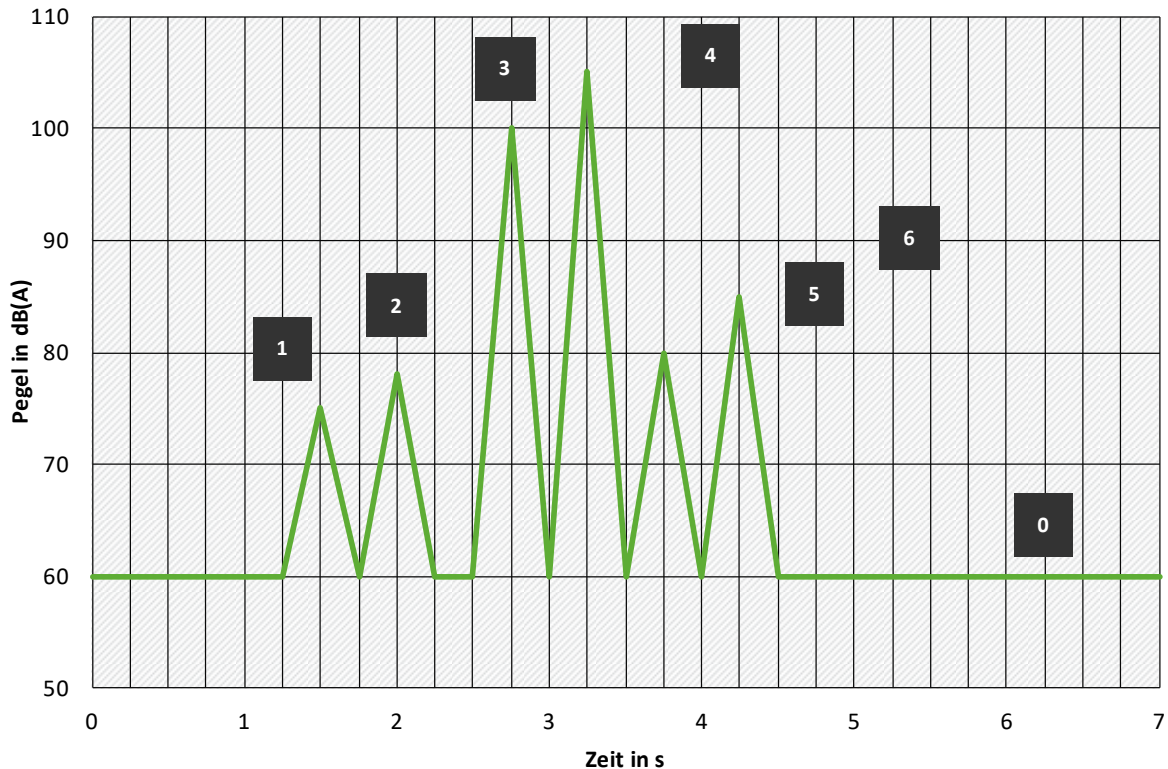
2.4.3.5 Ursachen von Einwurfgeräuschen

Bereits vor 1995 wurde untersucht, welche Einflussfaktoren die Geräusche von Flascheneinwürfen bestimmen (Mosdzianowski, 1995). Illustrativ wurden die möglichen Einzelgeräusche dargestellt (siehe Abbildung 9) und benannt. Nicht alle im Schema gezeigten Einzelgeräusche treten dabei bei jedem Einwurf auf.

Abbildung 9: Flascheneinwurf - Einzelgeräusche (Schema)

Schema zum Schallpegel bei Flascheneinwürfen

Exemplarischer Schallpegelverlauf



Nach Mosdzianowski, 1995

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Die mit Nummern gekennzeichneten Ereignisse können zum Beispiel sein:

- 0: Umgebungsgeräusch
- 1: Anschlagen Flasche an Einwurfklappe
- 2: Anschlagen Einwurfklappe an Gehäuse
- 3: Zurückschlagen Einwurfklappe an Gehäuse
- 4: Aufprall Flasche (auf intakte Flasche, auf Bruchglas, an ungeschütztem Mechanismus, an Wandung, auf Boden)
- 5: Zweiter Anprall Flasche an Wandung, zweiter Aufprall auf Boden
- 6: Aufprall Flasche auf Boden (mit intakten Flaschen)

Es wurde festgestellt, dass unter Bezugnahme auf einen Maximalpegel das jeweils lauteste Einzelgeräusch die Geräuschemission bestimmt und andere Beiträge irrelevant sind (vgl. EU-Richtlinie 2000/14/EG, z.B. in Kapitel 2.2.3). Auch weitgehend baugleiche Produkte können aufgrund herausragender Einzelgeräusche zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

2.4.3.6 Lärminderungsmaßnahmen an Depotcontainern

Basierend u.a. auf den Erkenntnissen der zuvor genannten Einflussgrößen werden verschiedene Maßnahmen zur Lärminderung empfohlen (Mosdzianowski, 1995):

- ▶ Für den Einwurf wird u.a. eine selbstschließende Klappe empfohlen, die gleichzeitig aber selbst lärmgemindert ausgeführt werden muss, um keine lauten Geräusche zu erzeugen.
- ▶ Zur Reduzierung der Auf- und Anprallgeräusche werden Fallbremsen zur Herabsetzung der maximalen Fallhöhe, eine hohe Dämmung der Wände (z.B. über hohes Flächengewicht) oder Auskleidungen mit Schallabsorber empfohlen.
- ▶ Für den Containerboden werden Bodenauflagen, schwere dröhnarme Bodenmaterialien sowie der Verzicht auf eine aufgeständerte, eine Schallabstrahlung nach unten ermöglichende, Bauweise empfohlen.

Mitte der 1990er Jahre wurden im Rahmen mehrerer Vorhaben in Kooperation mit mehreren Herstellern von Depotcontainern Möglichkeiten zur Lärminderung, insbesondere beim Altglaseinwurf, entwickelt. Insgesamt wurden in den Publikationen von 1993-1997 bei den Abnahmemessungen der Altglascontainer die in Tabelle 2 benannten Minderungsmaßnahmen dokumentiert.

Tabelle 2: Mögliche Lärminderungsmaßnahmen an Altglascontainern

Maßnahme	Material / Umsetzung
Absorption an der Decke:	Kunstrasen
	Noppenabsorber
	Schaumabsorber
	Altreifenmatte
	PU-Schaum
	Esterschaummatte
Absorption an den Wänden	Kunstrasen
	Altreifenmatte
	Drahtgitter / Absorber
	Drahtgeflecht, Schaumstoff
	PU-Schaum
	Mineralfasermatte hinter Lochblech
Aufprallminderung am Boden	Kunstrasen
	Altreifenmatte
	Kunststoffmatte / Steinwolle
	Gummimatten
Fallbremsen	Nylonbänder
	PVC-Bänder

Maßnahme	Material / Umsetzung
	Kette PVC-Ummantelt
	Stahlseile (3 Etagen)
	Stahlketten (ummantelt)
	Gummimatte versetzt
Einwurföffnung / Verschluss	Rosette mit Gummi
	Gummilasche
	Einwurfschacht (z.B. 500 mm) mit Gummi verkleidet
	Klappe aus PE
	Schnellschließende Klappe
	„Einwurfschalldämpfer“
Weiteres	Gummischürzen vor Entleerungsmechanik
	Entleerungsketten gummischlauchummantelt
	Alle metallischen Teile kunststoffüberzogen
	Entleerungsmechanismus kann nicht von Flaschen getroffen werden
	Big-Bag als Innensack wird herausgezogen (teilunterirdisch)

Erwähnungen aus (LÄRMKONTOR GmbH, 1993; LÄRMKONTOR GmbH, 1995; LÄRMKONTOR GmbH, 1997)

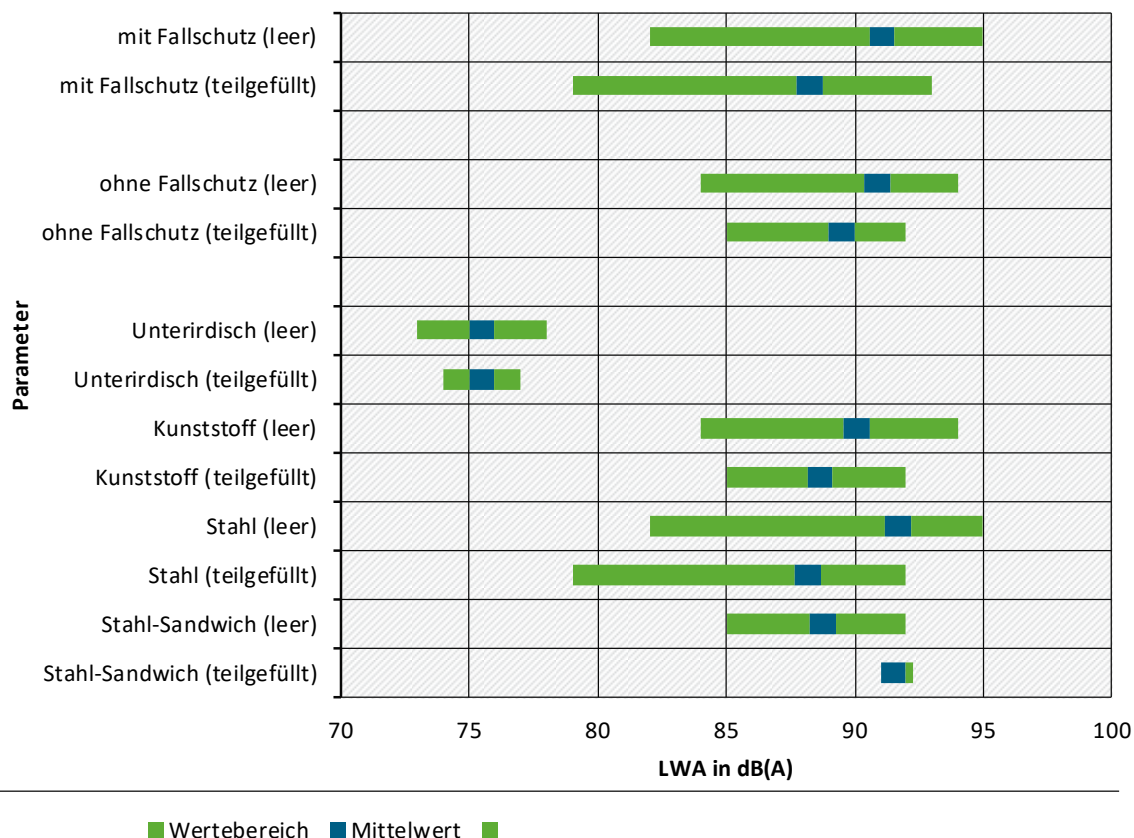
Mögliche Erwartungen an die Lärminderungsmaßnahmen wurden 1995 mit damals verfügbaren Containern messtechnisch überprüft (Mosdzianowski, 1995). Erwartet wurden u.a. Abhängigkeiten der Geräuschemissionen von der Luftschalldämmung der Wände, dem Vorhandensein einer Fallbremse oder einer reflexionsmindernden Auskleidung an Wänden und Decke.

Eine Zusammenfassung der Messergebnisse nach Bauarten (Abbildung 10) beziehungsweise Einsatz von Absorbermaterial (Abbildung 11) zeigt nicht in jedem Fall eindeutige Ergebnisse. So können die Geräuschemissionen von Containern mit Fallschutz identisch sein zu Containern ohne Fallschutz. Bei der Auskleidung mit Absorbern zeigt sich auch kein klarer Zusammenhang, die Emissionen könnten deutlich stärker von der übrigen Bauart abhängen. Viel mehr hängt die Wirksamkeit einer Maßnahme eng mit der jeweiligen Konstruktion zusammen.

Abbildung 10: Zusammenhang der Emissionen von Bauarten

Schallemissionen von Altglascontainern

Zusammenstellung von Messergebnissen unterschiedlicher Bauarten und Minderungsmaßnahmen



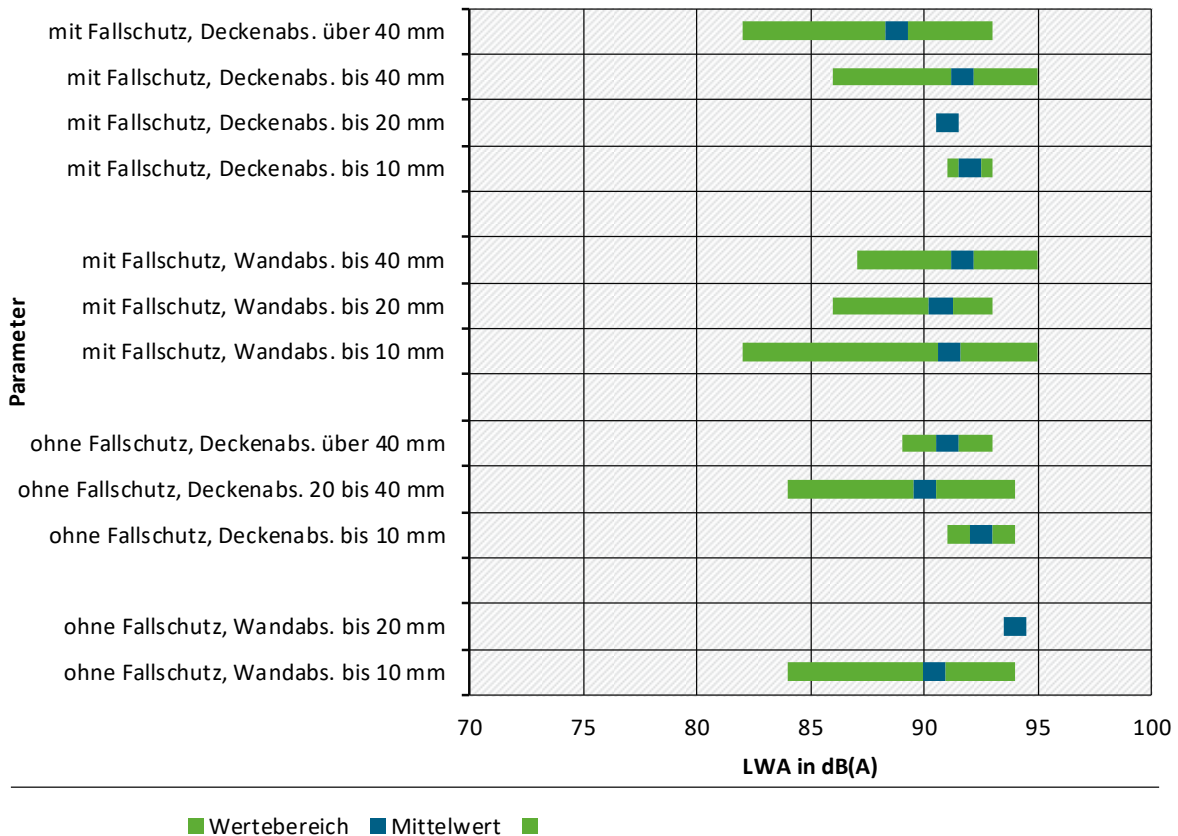
Basierend auf Daten aus Mosdzianowski, 1995

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 11: Zusammenhang der Emissionen mit Absorber-Maßnahmen

Schallemissionen von Altglascontainern

Zusammenstellung von Messergebnissen unterschiedlicher Bauarten und Minderungsmaßnahmen



Basierend auf Daten aus Mosdzianowski, 1995

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

2.4.3.7 Wartungszustand

Die Messungen nach dem „Blauen Engel“ (RAL gGmbH, 2011) bedingen eine Garantie der Einhaltung über 2 Jahre bei bestimmungsgemäßer Nutzung der Altglascontainer. Es ist jedoch zu erwarten, dass bei älteren Containern die Emissionen abhängig vom Wartungszustand zunehmen können. Dies kann unter anderem durch einen Verschleiß von lärmindernden Einbauten bedingt sein: Fangseile können reißen, Absorber durch Schmutz ihre Wirksamkeit verlieren.

Der Einfluss eines schlechten Wartungszustands ist bisher nicht detailliert untersucht und nicht sicher quantifizierbar. Es kann jedoch ein Einfluss bis hin zur Pegeldifferenz zwischen lärmgeminderten Containern zu nicht-lärmgeminderten Containern erwartet werden.

Abbildung 12: Defekte Einwurfrosette



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

2.4.4 Einfluss des Standorts von Abfallsammelplätzen

Die Standortwahl kann bedeutend zur Lärmbelastung und auch zur Lärmbelästigung der Anwohnenden beitragen. Lärmtechnisch optimale Standorte liegen in entsprechender Entfernung zur Wohnbebauung, hier ist jedoch in der Regel die fußläufige Erreichbarkeit eingeschränkt. In Nähe zur Wohnbebauung ist eine Frequentierung zu Fuß oder mit dem Fahrrad wünschenswert. Hindernisse zur Anfahrt mit dem Pkw können jedoch dazu führen, dass „notwendige“ Pkw-Fahrten dabei mehr Lärm emittieren, als es bei einer günstigen Gestaltung der Fall wäre.

Bei der Gestaltung des Abfallsammelplatzes sind zudem zwingend Anforderungen für die Abholung zu berücksichtigen. Dies betrifft im Wesentlichen die Erreichbarkeit der Depotcontainer mit dem Kran des Abfallsammelfahrzeugs, wodurch z.B. Überdachungen oder auch auskragende Wände als Abschirmung weitgehend ausgeschlossen sind. Grundsätzlich können bauliche Abschirmungen die Lärmausbreitung vermindern, hier sind aber neben betrieblichen, auch weiteren Aspekten zu betrachten, u.a. soziale Kontrolle gegen Vermüllung etc.

Hinsichtlich der Schallausbreitung sind neben Abschirmungen auch mögliche Reflexionen an bestehenden Hindernissen, wie Gebäuden in der Umgebung, zu berücksichtigen. Aufgrund der sehr hohen möglichen Maximalpegel und der damit einhergehenden großen Reichweite solcher Geräuschereignisse sind Reflexionen in der Umgebung möglichst zu vermeiden. Dies kann allgemein (bei kurzen Entfernungen) zu Pegelerhöhungen, bei größeren Entfernungen sogar zu unerwünschten Echos und somit längeren Belästigungszeiten führen.

In den bisherigen Studien ist keine Differenzierung hinsichtlich des Untergrunds bei Abfallsammelplätzen zu erkennen. Aus Recherchen zu Abfallsammelplätzen insbesondere im ländlichen Bereich wurde jedoch klar erkannt, dass nicht befestigte Untergründe, wie sandige Oberflächen oder Kies, offenkundig für eine Aufstellung von Depotcontainern in Frage kommen.

2.5 Zusammenfassung des bisherigen Kenntnisstands

Zusammenfassend ergibt sich der in Tabelle 3 dargestellte Kenntnisstand zu möglichen Geräuschemissionen. Dargestellt sind die Geräuschquelle, das zu betrachtende Ereignis, die

grobe Kategorisierung der Einwirkdauer, die Studienlage sowie die Relevanz bezogen auf die möglichen Gesamtgeräuschemissionen.

Erkennbar ist, dass die Studienlage zu Altglascontainern recht gut ist, sowohl die Einwürfe als auch die Entleerungsvorgänge betreffend:

- ▶ Bei den Entleerungsvorgängen ist in Studien bereits zwischen dem Leerlauf des Sammelfahrzeugs, dem Kranbetrieb und dem eigentlich Entleerungsvorgang sowie Aufsetzgeräuschen von Containern unterschieden worden. Weitere Einflüsse wie Kettenschlagen, das Schließen des Containers selbst, Anstoßgeräusche an anderen Containern oder auch z.B. der Einfluss anderer Böden wurden hingegen nicht im Detail untersucht.
- ▶ Bei den Einwurfvorgängen von Altglas bestehen durch die Regelungen u.a. des „Blauen Engels“ Anforderungen an die Geräuschemissionen von Altglascontainern. Die Untersuchungsergebnisse zeigen jedoch, dass darüberhinausgehende Anforderungen nicht berücksichtigt werden. Zum einen findet eine Optimierung des „Worst Case“ (ungünstigster Einwurf bzw. höchster möglicher Maximalpegel) nicht statt, zum anderen wird eine Einhaltung der Geräuschemissionen über die Lebensdauer des Depotcontainers nicht sichergestellt.
- ▶ Hinsichtlich weiterer Lärminderungsmaßnahmen an Altglascontainern liegen zwar Informationen zum Vergleich von Maßnahmen und Geräuschemission vor (Mosdzianowski, 1995), jedoch kann kein eindeutiger Zusammenhang hergestellt werden. Hier besteht insofern Bedarf der herstellenden Industrie, eine Optimierung für den jeweiligen Bautyp zu erreichen. Die früher bereits umgesetzten Maßnahmen geben jedoch einen Hinweis auf eventuell technisch geeignete bzw. eine Minderung versprechende Maßnahmen.

Zu Altpapiercontainern sieht die Studienlage erkennbar schlechter aus als zu Altglascontainern. Dies ist mit der geringeren zu erwartenden Geräuschemission zu begründen. Trotzdem sollten auch die Geräuschentwicklungen von Altpapiercontainern an Abfallsammelplätzen nicht unberücksichtigt bleiben. Mögliche Emissionen können z.B. durch Verschlussklappen auftreten.

In Fortführung des Projektes werden fehlende Daten zu möglichen Geräuschemissionen erhoben werden, um Empfehlungen zu einer Geräuschminderung an Abfallsammelplätzen geben zu können. Für bereits gut untersuchte Geräuschereignisse wird auf die bestehende Studienlage zurückgegriffen, ergänzend werden folgende Erhebungen durchgeführt:

- ▶ Erhebung einzelner Geräuschereignisse bei der Containerleerung, sowohl für Altpapier als auch Altglas
 - Beitrag einzelner Ereignisse auf die Gesamtgeräuschemission
 - Einfluss des Bedienpersonals
 - Einfluss der Umgebung (z.B. Böden)
- ▶ Erhebung zur Geräuschemission von Altpapiercontainern im Realbetrieb
 - Klappenschlagen
- ▶ Erhebung zur Geräuschemission von Altglascontainern im Realbetrieb
 - Prüfung auf Einhaltung der früheren garantieren Anforderungen

- Prüfung, ob niedrige Werte als garantierte Geräuschemission erreicht werden können
- Prüfung von Unterflursystemen hinsichtlich Potenzialen zur Lärminderung
- Prüfung von Maximalpegeln im Vergleich zu den Anforderungen des „Blauen Engels“
- ▶ Erhebung zu zustandsbedingten Verschlechterungen von Geräuschemissionen
 - Defekte an Klappen von Altpapiercontainern
 - Defekte an Rosetten von Altglascontainern

Tabelle 3: Relevante Geräuschemissionen

Geräuschquelle	Ereignis	Einwirkdauer	Studienlage (Jahr)	Geräuschrelevanz
Pkw	Fahrt	Mittel	Gut (2007)	Mittel
	Türen-/Klappenschlagen	Kurz	Gut (2007)	Hoch
Lkw	Leerlauf ohne Kran	Lang	Gut (2005)	Mittel
	Betrieb Kran	Lang	Gut (2012)	Hoch
	Fahrt	Mittel	Gut (2005)	Hoch
	Türenschiagen	Kurz	Gut (2005/2007)	Mittel
Altglas	Einwurf (Maximalpegel)	Kurz	Mittel (-1997)	Hoch
	Einwurf (gemittelt)	Mittel	Gut (-2022)	Hoch
Altpapier	Einwurf (Maximalpegel)	Kurz	Schlecht (-)	Niedrig
	Einwurf (gemittelt)	Mittel	Schlecht (-)	Niedrig
	Klappe	Kurz	Schlecht (-)	Hoch
	Zerkleinern	Kurz	Schlecht (-)	Mittel
Container	Entleeren Altglas	Mittel	Gut (2004/2012)	Hoch
	Entleeren Altpapier	Mittel	Schlecht (-)	Mittel
	Altpapier verdichten (mit Depotcontainer)	Mittel	Schlecht (-)	Hoch
	Altpapier verdichten (Fahrzeugpresse)	Mittel	Schlecht (-)	Mittel
	Anhängen von Ketten	Kurz	Schlecht (-)	Mittel
	Schließen	Kurz	Schlecht (-)	Mittel
	Absetzen/Anstoßen	Kurz	Schlecht (-)	Mittel

3 Messungen

3.1 Ausgangslage

Zur Beurteilung der Schallauswirkungen der öffentlichen Sammelplätze für recyclingfähige Abfälle auf die räumliche Umgebung wurden Messungen zur Ermittlung der relevanten Geräuschemissionen durchgeführt. Der Schwerpunkt der Ermittlung von Geräuschemissionen stützt sich auf die in Kapitel 2.5 benannten Vorgänge, für die sowohl eine geringe Studienlage als auch eine Relevanz zur Gesamtgeräuschbelastung besteht. Ermittelt wurden unter anderem:

- ▶ Die Geräuschbeiträge verschiedener Tätigkeiten im Rahmen der Containerentleerung.
- ▶ Die Geräuschentwicklung beim Einwurf an Altglascontainern, insbesondere im Vergleich zwischen Oberflur- und Unterflursystem.
- ▶ Der Einfluss der Nutzenden, einschließlich einer Prüfung der Einhaltung von Nutzungszeiten.
- ▶ Einflüsse von Wartungszustand und Schäden an den Containern.
- ▶ Maximalpegelereignisse bei Abholung und Einwurf.

3.2 Messgrundlagen

Die Messungen wurde in Anlehnung an die DIN EN ISO 3746:2011-03¹² (Genauigkeitsklasse 3) durchgeführt. Dabei wurden Containersammelplätze ausgewählt, die nur geringfügig durch Störgeräusche, wie zum Beispiel Straßenverkehr, beeinflusst sind.

Die Schalldruckpegelmessungen wurden mit Klasse-1-Messgeräten durchgeführt, die mit einem geeichten Kalibrator vor und nach der Messung jeweils kalibriert wurden. Vorwiegend wurden gleichzeitig vier Messgeräte verwendet, die an allen Seiten des jeweiligen Betriebsvorgangs aufgestellt wurden.

Die einwirkenden Schallimmissionen an den Messpunkten wurden für die spätere Auswertung inkl. Audio und Video (ohne Aufnahme einer Personenkennung) aufgezeichnet. Unter anderem wurden folgende Messgrößen verwendet:

- ▶ Schalldruckpegel L_{AF} in dB(A): Maß für den momentan gebildeten Schalldruckpegel mit der Frequenzbewertung 'A' und der Zeitbewertung 'Fast'.
- ▶ Energieäquivalenter Dauerschallpegel (Mittelungspegel) L_{AFeq} in dB(A): Maß für die über die Messdauer T zeitlich gemittelte Geräuscheinwirkung aller in diesem Zeitraum erfassten Geräusche, mit der Frequenzbewertung 'A' und der Zeitbewertung 'Fast'.
- ▶ Maximalpegel L_{AFmax} in dB(A): Maß für kurzzeitige Geräuschspitzen des Schalldruckpegels L_{AF} , welche durch Einzelereignisse hervorgerufen werden.
- ▶ Takt-Maximalpegel L_{AFT5} in dB(A): Maß für impulshaltige Schalldruckpegelverläufe, welche durch Bewertung des jeweils maximalen Schalldruckpegel L_{AFmax} je 5 Sekunden erfolgt.

¹² DIN Deutsches Institut für Normung (2011): DIN EN ISO 3746:2011-03 - Akustik – Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene.

Für den jeweiligen Geräuschvorgang wird ein Mittelungspegel über die gemessenen Zyklen und über alle Messpositionen ermittelt und der Schallleistungspegel mit den entsprechenden Zuschlägen für Impulshaltigkeit ermittelt. Neben dem Gesamtvorgang wurden auch die Schallleistungspegel und Spitzenpegel für die besonders lauten Teilvorgänge ermittelt, für die separate Schallminderungsmaßnahmen bzw. Optimierungen im Vorgang vorgeschlagen werden.

3.3 Messvorgänge

3.3.1 Containerleerung

Für die Messung der Containerleerungen wurden Standorte ausgewählt, die kaum durch Störgeräusche (wie Straßenverkehr, Gewerbe, Spiel- und Sportplätze) und Reflexionen (wie in einer Gebäudeschlucht) beeinflusst sind. So fanden zum Beispiel Messung an Wertstoffsammelplätzen in Wohn- oder Fahrradstraßen (siehe Abbildung 13) sowie in ländlichen Gebieten statt.

Abbildung 13: Messung eines Unterflurcontainers in einer Wohnstraße



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Des Weiteren wurden die Standorte nach den jeweiligen Containersystemen ausgewählt, um die Entleerung möglichst vieler unterschiedlicher Containersysteme aufzuzeichnen. Dabei wurden Altpapier- und Altglascontainer als Ober- und Unterflursystem von unterschiedlichen Herstellern ausgewählt. Alle untersuchten Containersysteme sind in Anhang A näher beschrieben.

Die Messungen erfolgten während des gesamten Entsorgungsvorgangs. Dabei wurden nur ein Container (meist bei Unterflursystemen wie in Abbildung 13) oder bis zu sechs Container entleert. Die Anfahrt und Abfahrt des Lkw wurde dabei nicht zum Entleerungsvorgang mitgezählt, sondern die lediglich direkt am Standort erfolgten Geräusche (Lkw Leerlauf, Türeinschlagen, Kran ausfahren, Container aufnehmen/ absetzen/ entleeren usw.).

Folgende Besonderheiten sind bei den Entleerungsvorgängen aufgefallen:

► **Personenanzahl vor Ort:**

Einzelne Leerungen wurden von zwei Personen durchgeführt, wobei eine Person die Technik bediente und die andere händisch dabei half den Container beim Absetzen mit dem Kran wieder am Stellplatz zu positionieren. Jedoch der Großteil der betrachteten Containerentleerungen wurde von einer Person allein durchgeführt, die den Container mit der Entsorgungstechnik wieder auf die Stellfläche stellte.

► **Containerart / Lukenbefestigung:**

Containersysteme sind mit Kettenaufhängung (siehe Abbildung in Tabelle 29 oder mit einer starren Aufhängung (siehe Abbildung in Tabelle 25) ausgestattet und werden über eine Öffnung im Container direkt über den Lkw-Kran fixiert (siehe Abbildung in Tabelle 31).

► **Dauer des Entleerungsvorgangs:**

Da sich der Papiercontainer durch die Kettenaufhängung deutlich mehr bewegte, dauert die Positionierung des Containers über den Lkw deutlich länger als bei einer starren Aufhängung des Containers. Zudem dauert es länger, ein Unterflursystem als ein Oberflursystem zu platzieren. Die Entleerungszeit eines Containers variierte zwischen 2,5 und 6,5 Minuten.

3.3.1.1 Messverfahren

Die Messung der Containerleerung an öffentlichen Wertstoffsammelplätzen wurde in Anlehnung an das Hüllflächenverfahren nach der DIN EN ISO 3746:2011-03 durchgeführt, wobei vier Messgeräte um den Vorgang positioniert wurden (vgl. Abbildung 14). Dabei wurde der Schalldruckpegel, kurzzeitige Geräuschspitzen sowie der Taktmaximalpegel an jeder Mikrofonposition aufgezeichnet. Zudem wurde das Audiosignal und ein Video des Entleerungsvorgangs aufgenommen, um bei der Auswertung der Messung dem Pegelverlauf einzelne Geräuschvorgänge (wie Kran ausfahren, Container auf Boden absetzen etc.) zuordnen zu können.

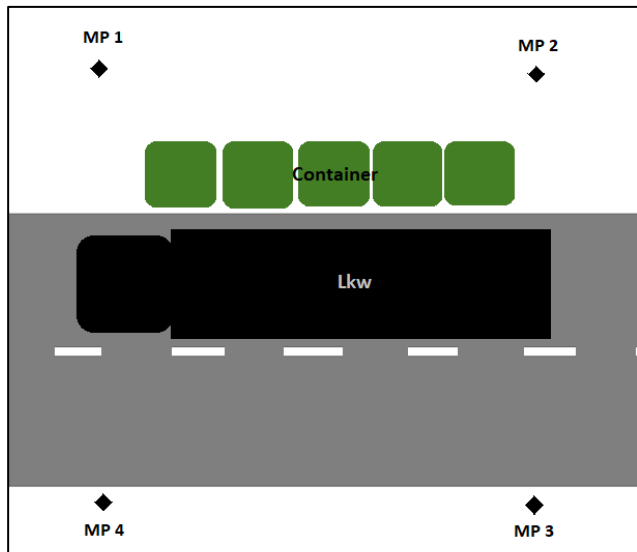
Es wurde ein energetischer Mittelwert aus den Messungen an den vier Positionen gebildet. Für die Bestimmung des Schallleistungspegels nach dem Hüllflächenverfahren wurde als akustischer Mittelpunkt die Mitte des Lkw gewählt, was in etwa der Entleerungsposition der Container auf der Lkw-Ladefläche entsprach. Der Impulszuschlag wurde aus der Differenz von Taktmaximalpegel und Mittelungspegel ($L_{AFT} - L_{Aeq}$) ermittelt. Die Messprotokolle der einzelnen Entleerungsvorgänge von Altglas- und Altpapiercontainersystemen sind in Anlage B mit den ermittelten Schallleistungspegeln, Impulszuschlägen, Maximalpegeln und Dauer der Vorgänge aufgeführt.

3.3.1.2 Messaufbau

Für die Messung der Containerleerung wurden vier Mikrofone in einer Messhöhe von vier Metern um den Entleerungsvorgang aufgestellt, wobei darauf geachtet wurde, dass diese annähernd in gleicher Höhe aufgestellt wurden. Ein immer gleicher Aufbau bei den Messungen

war nicht möglich, da die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten des Standortes immer anders waren (z.B. parkende Pkw, Bäume, unterschiedliche Größe der Lkw und Container etc.) und vor Ort darauf reagiert werden musste.

Abbildung 14: Beispielhafter Messaufbau bei der Containerleerung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

Es wurde der Abstand der Messgeräte zueinander sowie in Bezug zum Lkw und den Containern sowie die Abmessung des Lkw dokumentiert.

3.3.1.3 Geräuschereignisse Altpapiercontainer

In Abbildung 15 ist beispielhaft der Geräuschvorgang der Papiercontainerentleerung vom Zeitpunkt der Containeraufnahme bis zum Absetzen des Containers als Pegelzeitverlauf dargestellt. Es sind die einzelnen Emittenten der Containerleerung über die Zeit ersichtlich:

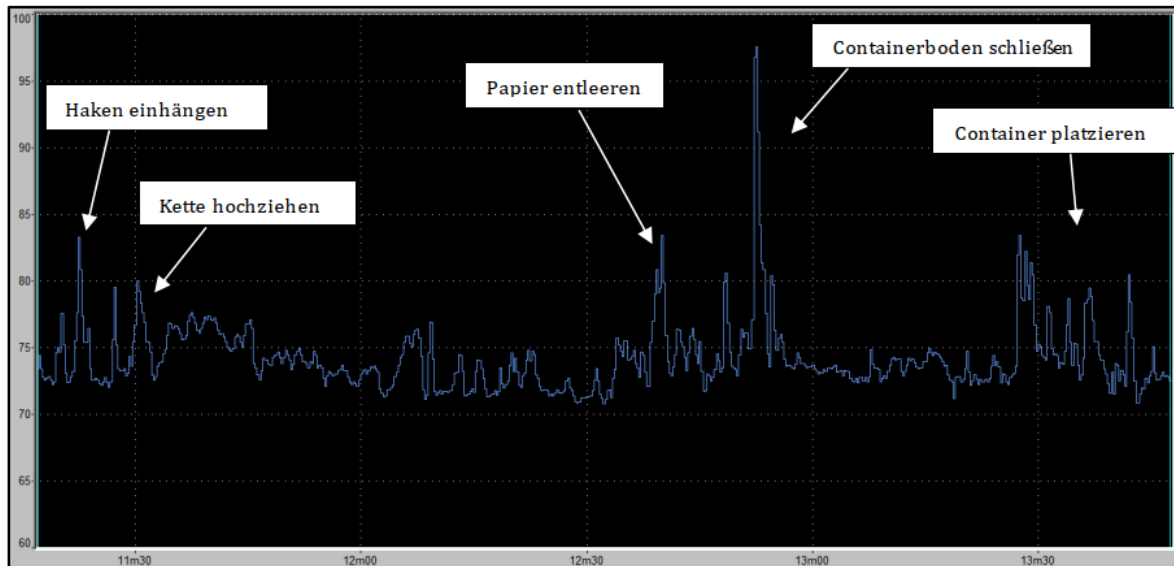
- ▶ Einhängen der Haken vom Lkw-Kran an den Containerösen
- ▶ Klirren der Kette beim Anheben des Containers
- ▶ Entleerungsvorgang des Papiers mit Schütteln des Containers am Kran
- ▶ Schließen des Containerbodens
- ▶ Zurückstellen des Containers mit Anschlagen an benachbarten Container und auf dem Boden

Bei der in Abbildung 15 dargestellten Messung der Altpapierentleerung stellten das Containerbodenzuschlagen nach der Entleerung mit fast 100 dB(A) am Messpunkt sowie das Platzieren der Container auf dem Boden mit fast 85 dB(A) die lautesten Ereignisse dar. Zudem war auch der Kettenzug beim Anheben des Containers und das Aneinanderschlagen der Container beim Platzieren am Standort mit über 80 dB(A) am Messpunkt deutlich herauszuhören. Dabei ist die Lautstärke der Einzelgeräusche stark vom bedienenden Personal abhängig.

Ein Dauergeräusch stellte das Leerlaufgeräusch des Sammelfahrzeugs (Lkw) dar. Dies führte am Messpunkt zu einem Schalldruckpegel von durchgängig über 70 dB(A). Zu Beginn und Ende des Entleerungsvorgangs kommen, je nach Fahrzeug, noch die Geräusche beim Öffnen bzw. Schließen der Lkw-Ladeabdeckung mit bis zu 100 dB(A) am Messpunkt hinzu.

Abbildung 15: Pegelzeitverlauf einer Papiercontainerleerung

x-Achse = Zeit in Sekunden, y-Achse = Schalldruckpegel in dB(A) am Messpunkt



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

3.3.1.4 Geräuschereignisse Altglascontainer

In Abbildung 16 ist beispielhaft der Geräuschvorgang der Altglascontainerentleerung vom Zeitpunkt der Containeraufnahme bis zum Absetzen als Pegelzeitverlauf dargestellt. Im Pegelzeitverlauf zur Messung sind die einzelnen Emittenten der Containerleerung über die Zeit ersichtlich:

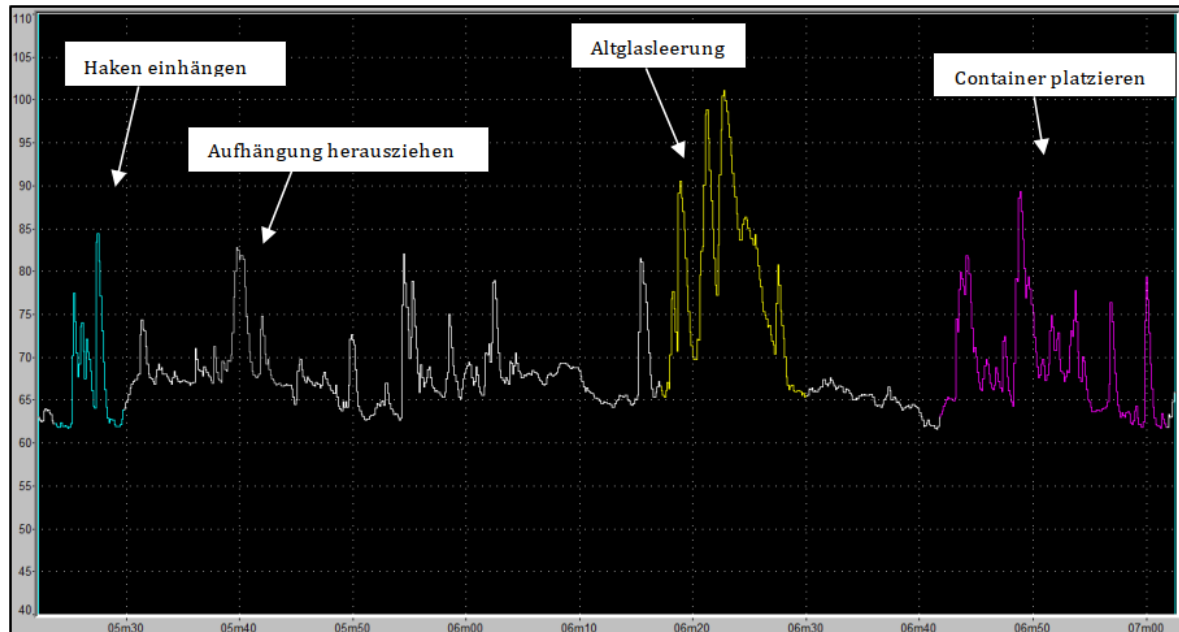
- ▶ Einhängen der Haken vom Lkw-Kran an den Containerösen
- ▶ Herausziehen der Stabaufrichtung beim Anheben des Containers
- ▶ Entleerungsvorgang des Altglases mit Fallgeräuschen
- ▶ Schließen des Containerbodens
- ▶ Zurückstellen des Containers mit Anschlagen an benachbarten Container und auf dem Boden

Die Glasentleerung stellte mit mehreren Pegelspitzen über 90 bis 100 dB(A) am Messpunkt das lauteste Ereignis dar. Die Altglasentleerung in den Lkw-Sammelbehälter ist abhängig von der Abwurfhöhe sowie der Füllmenge im Container bzw. im Lkw-Sammelbehälter.

Das Leerlaufgeräusch des Lkw war leise und gleichmäßig, wodurch deutlicher die Pegelspitzen durch das Anschlagen des Containers an andere Container bzw. am Lkw-Sammelbehälter deutlich erkennbar sind.

Abbildung 16: Pegelzeitverlauf einer Altglascontainertleerung

x-Achse = Zeit in Sekunden, y-Achse = Schalldruckpegel in dB(A) am Messpunkt



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

3.3.1.5 Messergebnisse Containerleerungen

Die Messergebnisse wurden hinsichtlich des Schalleistungspegels L_{WAeq} und des auf ein Ereignis pro Stunde bezogenen Schalleistungspegels $L_{WA,1h}$, der Impulshaltigkeit sowie des Maximalpegels L_{WAmix} ausgewertet. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Messauswertung zusammengefasst dargestellt. Ausführliche Informationen sind Anhang B zu entnehmen. Der für den Spitzenpegel maßgebliche Vorgang wurde dabei aus der Messung mit dem höchsten Maximalpegel L_{WAmix} abgeleitet.

Tabelle 4: Geräuschentwicklung – Entleerung von Containern

Containersystem	L_{WAeq} /dB(A)	Impulshaltigkeit / dB	L_{WAmix} / dB(A)	Maßgeblich für Spitzenpegel
Altglascontainer Typ 1 Oberflurssystem	110	8	136	Glasentleerung
Altglascontainer Typ 2 Oberflurssystem	110	9	139	Glasentleerung
Altglascontainer Typ 3 Unterflurssystem	103	6	129	Glasentleerung
Altglascontainer Typ 4 Unterflurssystem	104	8	130	Glasentleerung
Altglascontainer Typ 5 Oberflurssystem	112	7	125	Glasentleerung
Altpapiercontainer Typ 1 Oberflurssystem, Kiesboden	101	6	123	Schließen Ladeabdeckung Lkw

Containersystem	LW _{Aeq} /dB(A)	Impulshaltigkeit / dB	LW _{Amax} / dB(A)	Maßgeblich für Spitzenpegel
Altpapiercontainer Typ 2 Oberflursystem	101	10	132	Aufsetzen Container auf Boden (fest)
Altpapiercontainer Typ 2 Oberflursystem, Fahrzeug mit Presse, sandiger Boden	104	4	120	Aufsetzen Container auf Boden (sandig)
Altpapiercontainer Typ 3 Unterflursystem	99	4	120	Container- platzierung im Schacht
Altpapiercontainer Typ 4 Unterflursystem	100	8	126	Öffnen Ladeabdeckung Lkw
Altpapiercontainer Typ 5 Oberflursystem	100	5	125	Öffnen Ladeabdeckung Lkw

Erläuterungen:

L_{WAE} Einzelereignis-Schallleistungspegel der Geräuschspitzen (über die Anzahl der gemessenen Einwürfe energetisch gemittelt)

L_{WAm_{ax}} Maximalpegel (lautestes Einzelereignis)

Erkennbar sind in den Ergebnissen für die Entleerung der Altglascontainer geringere Schallleistungen bei der Nutzung von Unterflursystemen, sowohl beim Mittelungspegel als auch beim Maximalpegel. Dies könnte durch eine geringere Abwurfhöhe bedingt sein.

Interessanterweise liegen die Schallleistungspegel der Altpapierabholung nur geringfügig unter der der Altglasabholung. Die Entleerung selbst fällt deutlich leiser aus, die übrigen Geräusche tragen jedoch vergleichbar zur Gesamtgeräuscentwicklung bei. Dies zeigt sich auch bei den Maximalpegeln: Für die Altpapierentleerung stammen diese aus dem Schließen oder Öffnen der Lkw-Ladeabdeckung sowie aus dem Aufsetzen des Containers.

Bei der Entleerung der Altglascontainer ist noch zu beachten, dass die Schallemissionen deutlich vom Füllstand des Sammelfahrzeugs abhängen. Ein Aufschlagen im leeren Fahrzeug kann beim Kontakt Glas-Metall zu höheren Emissionen führen. Andererseits kann die Füllhöhe bei leerem Fahrzeug gezielter verringert werden, hierbei ist auch eine Abschirmung durch die Wände des Fahrzeug-Sammelbehälters möglich (siehe Kapitel 2.4.2.3).

Bei der Entleerung der Altpapiercontainer waren akustisch mehrere metallische Schlaggeräusche auffällig. Es handelt sich hierbei z.B. um die untere Entleerungsklappe beim Schließen, Geräusche des Containers bei „Schüttelbewegungen“ am Kran zum Entleeren oder Geräusche der Mechanik (Ketten o.ä.). Es handelt sich in der Regel um mehrere kurze Geräuschereignisse mit maximalen Schallleistungspegeln von rund 113-122 dB(A).

3.3.2 Altglaseinwurf

Die Ermittlung der Einwurfgeräusche für Altglascontainer wurde durchgeführt, um zu prüfen, ob die im „Realbetrieb“ (d.h. an bereits seit mehreren Jahren im Einsatz befindlichen Depotcontainern) ermittelten Geräuschemissionen, mit denen aus der jeweiligen Typprüfung vergleichbar sind. Ebenfalls sollten Geräuschspitzen sowie der Einfluss der einzelnen Geräuschereignisse beim Flascheneinwurf ermittelt werden (siehe Kapitel 2.4.3.5).

In die Messungen wurden fünf Typen von Altglascontainern einbezogen (siehe Anhang A). Hierbei wurden sowohl Oberflur- als auch Unterflursysteme untersucht. Standorte für Teilflursysteme konnten bei den kontaktierten Betreibenden nicht identifiziert und somit nicht in die Studie aufgenommen werden.

3.3.2.1 Messverfahren

Im Anhang III (Teil B, Nr. 22) der Richtlinie 2000/14/EG sind Vorgaben für die normgerechte Ermittlung der Geräuschemissionen von Altglaseinwürfen in einen Sammelbehälter benannt. Diese stellt auch die Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens „Blauer Engel“ dar. Demnach hat das Messverfahren gemäß DIN EN ISO 3744:1995 (fortgeschrieben in der aktuellen Fassung¹³) zu erfolgen, wobei die Anforderung besteht, dass 120 Flaschen mit einem Fassungsvermögen von 0,75 l in einen zunächst leeren Container geworfen werden sollen. Das Geräusch ist währenddessen an sechs Mikrofonpositionen gleichzeitig aufzunehmen. Der über alle Flascheneinwürfe gemittelte A-bewertete Einzelereignis-Schallleistungspegel errechnet sich aus dem logarithmischen Mittelwert der über die Messfläche gemittelten A-bewerteten Einzelereignis-Schalldruckpegel.

3.3.2.2 Messaufbau

Die Messungen an öffentlich zugänglichen Abfallsammelstellplätzen waren nur in Anlehnung an die Norm durchführbar. Aufgrund der bestehenden Gegebenheiten (wie Containerstellung in einer Aufreihung, mit angrenzender Straße und/oder Bewuchs) konnten die sechs vorgegebenen Messpositionen grundsätzlich nicht vollständig umgesetzt werden und wurden situationsbedingt auf drei bis vier um den Container verteilten Mikrofonpositionen reduziert. Des Weiteren war kein ungestörter Einwurf von 120 aufeinanderfolgenden Flascheneinwürfen in einen leeren Container an einem öffentlichen Wertstoffsammelplatz umsetzbar, da nur kurze Zeiträume ohne relevante Störgeräusche aus der Umgebung vorhanden sind. Abgewandelt wurden zehn bis 15 Flascheneinwürfe in einen leeren sowie in einen teilgefüllten Container gemessen.

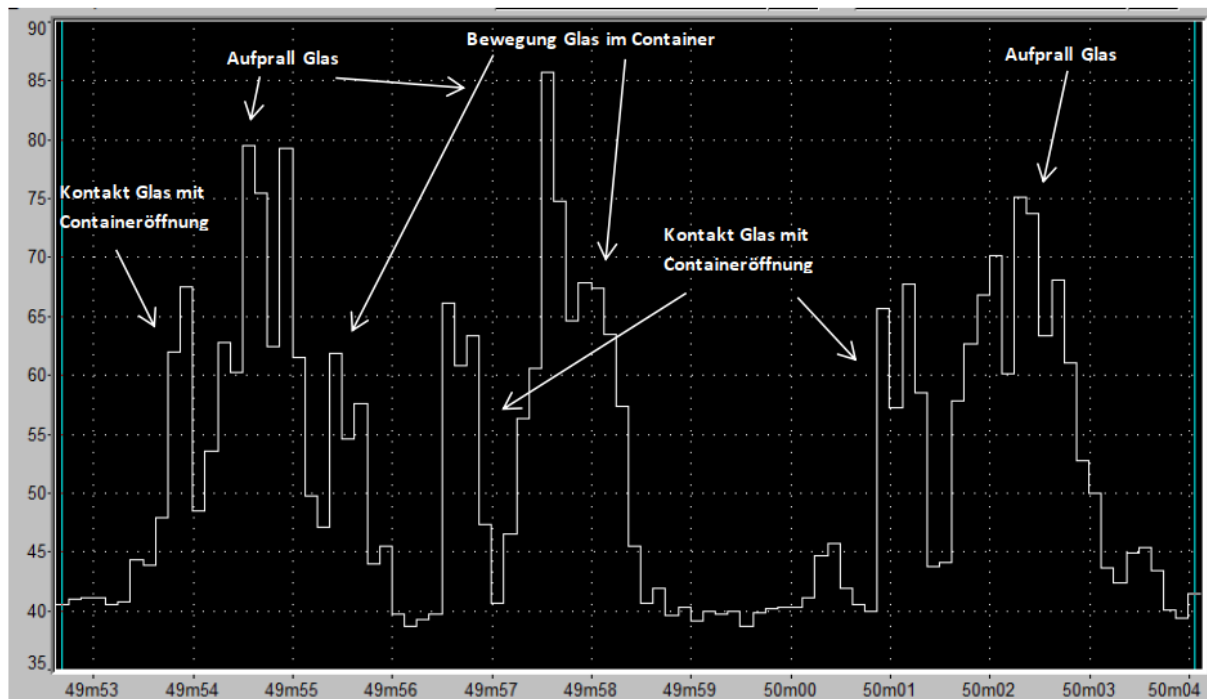
3.3.2.3 Geräuschereignisse Flascheneinwurf

Beim Einwurf waren bei einzelnen Containersystemen neben dem Aufprallgeräusch des Altglases im Container auch ein Geräusch beim Kontakt des Glases mit der Containeröffnung (hier: Gummiklappe) und eine Bewegung des Glases nach dem Aufprall hörbar. In Abbildung 17 ist beispielhaft der Einwurf von drei Flaschen in einen Oberflurcontainersystem vom Typ 2 als Pegelzeitverlauf (x-Achse = Zeit in Sekunden, y-Achse = Schalldruckpegel in dB(A)) an einem Messpunkt dargestellt. Ob ein Geräusch beim Kontakt der Glasflasche mit der Containeröffnung entsteht, ist abhängig von der jeweiligen Ausgestaltung der Öffnung an den einzelnen Containern. Wo beim Altglascontainer-Typ 2 ein deutliches Anschlaggeräusch identifiziert werden konnte, ist stattdessen beim Typ 1 so gut wie keines vorhanden.

¹³ DIN Deutsches Institut für Normung (2011): DIN EN ISO 3744:2011-02 - Akustik - Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene.

Abbildung 17: Pegelzeitverlauf – Einwurf von Altglas in Container Typ 2 – drei Einwürfe

x-Achse = Zeit in Sekunden, y-Achse = Schalldruckpegel in dB(A) am Messpunkt



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

3.3.2.4 Messergebnisse Flascheneinwürfe

Die Messergebnisse wurden hinsichtlich des Schalleistungspegels L_{WAE} und des Maximalpegels $L_{WAm\max}$ ausgewertet, jeweils für leere und teilgefüllte Container. Die folgende Tabelle 5 gibt die aus den gemessenen Einzel-Schalldruckpegeln der Einwurfvorgänge errechneten Schalleistungspegel wieder.

Tabelle 5: Geräuschentwicklung – Einwurfvorgänge an Altglascontainern

Containersystem	L_{WAE} / dB(A) (leer)	$L_{WAm\max}$ / dB(A) (leer)	L_{WAE} / dB(A) (teilgefüllt)	$L_{WAm\max}$ / dB(A) (teilgefüllt)
Altglascontainer Typ 1 Oberflursystem	94	97	94	100
Altglascontainer Typ 2 Oberflursystem	93	102	88	94
Altglascontainer Typ 3 Unterflursystem	99	105	92	101
Altglascontainer Typ 4.1 Unterflursystem	104	107	94	100
Altglascontainer Typ 4.2 Unterflursystem	89	93	92	101
Altglascontainer Typ 5 Oberflursystem	110	115	109	114

Erläuterungen:

L_{WAE} Einzelereignis-Schalleistungspegel der Geräuschspitzen (über die Anzahl der gemessenen Einwürfe energetisch gemittelt)

L_{WAmax} Maximalpegel (lautestes Einzelereignis)

Maßgebend sind die Schalleistungspegel für teilgefüllte Container, da dieser Zustand im Zeitanteil überwiegt. Die Streubreite der Einwurfpegel eines Containersystems liegt in der Größenordnung um 6 bis zu 19 dB.

Maßnahmen zur Lärminderung beim Unterflursystem erwiesen sich vor allem im leeren Zustand als wirksam. Die ansonsten weitgehend baugleichen Unterflurcontainer (Typ 4.1 und Typ 4.2) unterscheiden sich in der Einwurfsäule, welche den sichtbaren Teil eines Vollunterflursystems für den Einwurf darstellt. Typ 4.1 hat einen Einwurf, der mit einer Gummiklappe versehen ist, einen daran anschließenden breiten Einwurfschacht ohne Auskleidung. Typ 4.2 hat zwei Kammern sowie getrennte Einwürfe und einen getrennten Einwurfschacht. Es ist keine Gummiklappe vorhanden, dafür eine Teppichauskleidung des Einwurfschachts. Durch diese geänderte Bauweise ergibt sich eine Reduzierung des Schalleistungspegels von 15 dB.

Bei dem schallgedämpft ausgekleideten Oberflurcontainer (Typ 1) waren kaum Pegelunterschied zwischen dem Einwurf bei leeren oder teilgefüllten Containern festzustellen. Es wurde jedoch ein um 5 dB höherer Pegel als der auf dem Depotcontainer Typ 1 ausgewiesene Einzel-Schalleistungspegel von 89 dB(A) festgestellt. Dies liegt vermutlich daran, dass der Messaufbau in bestimmten Aspekten von der normgerechten Messung abweicht. Zum einen ist der Messaufbau dichter am Realbetrieb: Die Messungen waren unter anderem nicht unter idealen Messbedingungen durchführbar. Zum anderen ist der ermittelte Pegel auch abhängig vom Wartungszustand des Containers und der Art des Einwurfes durch Nutzende.

3.3.3 Entleerung Müllbehälter

Die Entleerung von Müllbehältern erfolgt nicht an gesonderten Plätzen und wurde daher in einer ruhigen Wohnumgebung anhand einsatzüblicher Behälter (120 l) durchgeführt.

3.3.3.1 Messverfahren

Im Anhang III (Teil B, Nr. 39) der Richtlinie 2000/14/EG sind Vorgaben für die normgerechte Ermittlung der Geräuschemissionen von rollbaren Müllbehältern benannt. Demnach hat das Messverfahren gemäß DIN EN ISO 3744:1995 (fortgeschrieben in der aktuellen Fassung¹⁴) zu erfolgen. Dabei ist jedoch vorgesehen die Geräusche bei der Befüllung der rollbaren Müllbehälter abzubilden und erfolgt bei leeren Behältern. Eine Entleerung ist in der Richtlinie nicht vorgesehen. Die Messungen erfolgten daher in Anlehnung an die DIN EN ISO 3744:2011-02.

3.3.3.2 Messaufbau

Ziel dieser Messungen ist die Ermittlung eines Schalleistungspegels für die Entleerung von Müllbehältern, die zum Müllfahrzeug hin gerollt, entleert und wieder zurückgestellt werden. Daher erfolgen die Messungen durch drei Mikrofonpositionen (beidseitig des Entsorgungsfahrzeugs sowie dahinter) während der ortsüblichen Entleerung.

Messtechnisch wurden vier Müllbehälter (120 l) erfasst. Die Messungen wurden auf ebenem Betonpflaster durchgeführt (Abbildung 18). Aus diesen vier Ereignissen wird ein mittlerer Schalleistungspegel je Stunde und Abfalltonnen abgeleitet.

¹⁴ DIN Deutsches Institut für Normung (2011): DIN EN ISO 3744:2011-02 - Akustik - Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene.

Abbildung 18: Messaufbau Müllbehälter (Entleerung)



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

3.3.3.3 Messergebnisse Müllbehälter

Die Messergebnisse wurden hinsichtlich des Schalleistungspegels L_{WA} ausgewertet. Daraus ergab sich ein stundenbezogener Schalleistungspegel $L_{WA,1h}$ von 81 dB(A) mit einem Impulszuschlag von $K_I = 11$ dB. Der ermittelte Spitzenpegel lag bei $L_{AFmax} = 121$ dB(A).

3.3.4 Rollgeräusche Müllbehälter

Die Geräusche von Müllbehältern, die im Realbetrieb längere Strecken zwischen Abstellort und Müllfahrzeug gerollt werden, sind stark vom Untergrund abhängig. Die Messungen erfolgten daher auf drei unterschiedlichen, häufig auftretenden Untergründen.

3.3.4.1 Messverfahren

Im Anhang III (Teil B, Nr. 39) der Richtlinie 2000/14/EG sind Vorgaben für die normgerechte Ermittlung der Geräuschemissionen von rollbaren Müllbehältern benannt. Demnach hat das Messverfahren gemäß DIN EN ISO 3744:1995 (fortgeschrieben in der aktuellen Fassung¹⁵) zu erfolgen, wobei die Anforderung besteht, dass die Müllbehälter leer sind und die Rollstrecke mit Maschendrahtzaun ausgelegt ist, um einen unebenen Boden zu simulieren. Darüber hinaus wird das Öffnen und Schließen der Behälterdeckel miterfasst und gleichwertig in den Schallpegel einer Punktschallquelle eingerechnet. Die Messungen erfolgten daher lediglich in Anlehnung an die DIN EN ISO 3744:2011-02 an der bewegten Schallquelle.

3.3.4.2 Messaufbau

Ziel dieser Messungen ist die Ermittlung eines längenbezogenen Schalleistungspegels für die Müllcontainer, die zum Müllfahrzeug hin- und wieder zurückgerollt werden. Daher erfolgen die Messungen durch zwei Mikrofonpositionen (beidseitig des Rollweges) während der Behälter mit 5 km/h vorbeigerollt wird. Messtechnisch erfasst wurden ein Müllbehälter (80 l) und ein 4-Rad-Müllbehälter (1.100 l). Die Messungen werden auf drei unterschiedlichen Oberflächen (Asphalt,

¹⁵ DIN Deutsches Institut für Normung (2011): DIN EN ISO 3744:2011-02 - Akustik - Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene.

ebenes Pflaster, Kopfsteinpflaster) mit jeweils 10 Durchläufen ausgeführt (Abbildung 19). Aus diesen jeweils 10 Ereignissen wird ein mittlerer Schallleistungspegel je Stunde und Meter abgeleitet.

Abbildung 19: Messaufbau Müllbehälter (Rollgeräusch)



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

3.3.4.3 Messergebnisse Müllcontainer

Die Messergebnisse wurden hinsichtlich des längenbezogenen Schallleistungspegels L'_{WA} ausgewertet. Die folgende Tabelle 6 gibt die aus den gemessenen Einzel-Schalldruckpegeln der Durchläufe errechneten Schallleistungspegel je Stunde und Meter auf den unterschiedlichen Oberflächen wieder.

Tabelle 6: Geräuscentwicklung – Müllbehälter (je Meter Rollweg)

Container	Oberfläche	$L'_{WA,1h}$ / dB(A)
1.100 l	Asphalt	41
1.100 l	Ebenes Pflaster	51
1.100 l	Kopfsteinpflaster	62
80 l	Asphalt	42
80 l	Ebenes Pflaster	46
80 l	Kopfsteinpflaster	52

Erläuterung:

$L'_{WA,1h}$ längenbezogener Schallleistungspegel je Meter und Stunde (über 10 Durchläufe energetisch gemittelt)

Die Streubreite der Schallpegel der Rollvorgänge liegt beim 1.100 l Rollbehälter auf Asphalt in der Größenordnung von 5 dB, bei allen übrigen Messungen um 2 dB.

3.3.5 Sonstige Geräusche an Abfallsammelplätzen

Neben den in den vorherigen Kapiteln genannten Ergebnissen der Messkampagnen wurden begleitend sowie in Einzelmessungen bzw. in Erhebungen weitere Parameter ermittelt, die für die Geräuschemissionen an Abfallsammelplätzen relevant sein können.

3.3.5.1 Einfluss der Nutzenden

Die Geräusche an Wertstoffsammelplätzen sind stark abhängig von den Nutzenden, dem Containertyp sowie die für die Entleerung eingesetzte Technik und dem Personal. Die Nutzenden erledigen Ihre Entsorgungsgänge zu Fuß, mit Rad oder mit Pkw, die zum Teil während der Entleerung laufen gelassen werden. Die Geräuschkulisse bei Pkw (motorlaufend) stellt jedoch nicht mehr den heutigen Stand der Technik aufgrund von Start-Stop-Technik und zunehmender E-Mobilität dar. Aber es werden Geräuschspitzen durch das Türeinschlagen der Pkw der Nutzenden hervorgerufen. Des Weiteren bestimmen die Einwurfart und -zeiten der Nutzer auch die Störwirkung des Geräusches.

Die Ergebnisse einer im Rahmen des Projekts durchgeführten Stichprobenerhebung zu einem innerstädtischen Abfallsammelplatz sind in Abbildung 20 dargestellt. Erhoben wurden die Anzahl eingeworfener Flaschen im Altglas sowie die Anzahl einwerfender Personen für Altpapier für die einzelnen Stunden des Tages. Ausgewertet wurde der Mittelwert von jeweils mindestens 2 Tagen pro Stundenzeitraum. Die Erhebung erfolgte an 5 Werktagen sowie einem Sonntag. Markiert sind jeweils auch die am Abfallsammelplatz angegebene Einwurfzeit von 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr.

Die Erhebung ist aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht repräsentativ, zudem wurde nur ein einzelner innerstädtischer Standort berücksichtigt, es ist somit nicht einfach auf andere Standorte zu übertragen. Es zeigt sich aber deutlich, dass die vorwiegende Anzahl an Einwüfen im Einwurfzeitraum stattfindet. Vereinzelt Einwüfe finden auch in der Nacht statt. Insgesamt kann zum Standort Folgendes festgestellt werden:

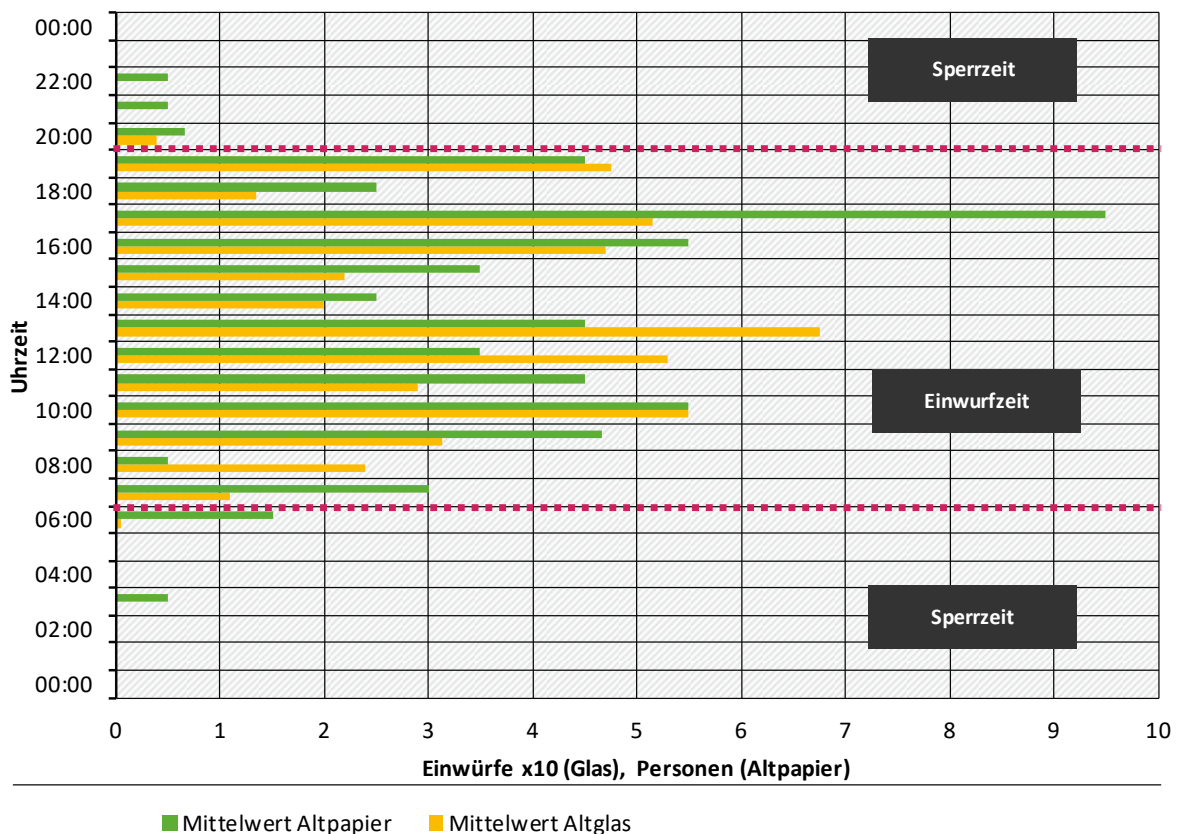
- Relevante Altglaseinwürfe außerhalb der angegebenen Einwurfzeiten finden nur jeweils eine Stunde vor und nach diesem Zeitraum statt (5-7 Einwüfe Altglas werktags 20:00 Uhr bis 21:00 Uhr, ein einzelner Einwurf werktags ca. 6:05 Uhr).

- ▶ Außerhalb der am Sammelplatz kommunizierten Einwurfzeit kommt es insbesondere im Abendzeitraum noch zu einer Frequentierung des Altpapiercontainers. Nach 32. BImSchV unterliegen aber nur die Altglassammelbehälter innerhalb von Wohngebieten beschränkten Einwurfzeiten.
- ▶ Die überwiegende Anzahl von Einwerfenden kommt zu Fuß oder mit dem Fahrrad.

Abbildung 20: Frequentierung an Abfallsammelplätzen

Frequentierung an Abfallsammelplätzen

Stichprobenauswertung an einem innerstädtischen Standort



Basierend auf Erhebungen an 5 Werktagen sowie 1 Sonntag; Mittelwert über mindestens 2 Tage pro Stundenzeitraum

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Bei Containersammelplätzen können je Person abhängig vom Standort 5-10 (innerstädtisch, hauptsächlich zu Fuß frequentiert), andernorts im Mittel auch etwa 15 Flascheneinwürfe angenommen werden, die nach Beobachtungen etwa im Abstand von mindestens 2 bis 3 Sekunden erfolgen. Für die Containersammelplätze kann für Altglas je Benutzervorgang mit einer Einwirkzeit von einer Minute gerechnet werden. Für Altpapier ist die Einwirkdauer in der Regel höher, insbesondere bei einer Anfahrt mit Pkw.

Es ist davon auszugehen, dass auch durch die Nutzenden selbst eine Varianz des Schallpegels entsteht. Bereits durch den Füllstand des Containers kann dieser um 6-19 dB variieren. Bei unvorsichtigem Einwurf kann es zum Anschlagen der (unzerbrochenen) Flaschen an der Containerwand kommen,

Die Streubreite der Einwurfpegel eines Containersystems liegt bereits in der Größenordnung von 6 bis zu 19 dB (siehe Kapitel 3.3.2.4). Ein „Anschlagen der Flaschen an den Containerwänden“ wird für die Ermittlung der Geräuschemissionen nach „Blauem Engel“ zwar explizit nicht ausgeschlossen (RAL gGmbH, 2011), stellt jedoch meist nicht den normalen Einwurf bei der Messung dar. Es ist davon auszugehen, dass bei einer entsprechenden Messung nicht mutwillig wiederholt laute Ereignisse eintreten, in der realen Nutzung von einzelnen Personen diese lauten Ereignisse aber bewusst hervorgerufen werden könnten.

3.3.5.2 Verdichten von Wertstoff im Sammelbehälter

Bei Sammelfahrzeugen für Altpapier kann der Wertstoff verdichtet werden, um das zur Verfügung stehende Volumen besser auszunutzen. In der Regel ist das Volumen der begrenzende Faktor, nicht das Gewicht, sodass mit einer Verdichtung mehr Containerleerungen durchgeführt werden können, bevor eine Entleerung des Sammelbehälters auf dem Wertstoffhof notwendig wird.

Technisch stehen Fahrzeuge mit Pressen zur Verfügung. Diese weisen eine Einfüllöffnung auf, über der der Container entleert wird (siehe Beispiel in Abbildung 21). Aufgrund der geringeren Öffnungsgröße ist in der Regel eine gute Kontrolle über den Container in Position und Drehung notwendig, daher sind entsprechend geeignete Aufnahmesysteme zu empfehlen (siehe Kapitel 2.4.3.3).

Abbildung 21: Fahrzeug mit Presse und Einfüllöffnung im vorderen Bereich, Sammelbehälter im hinteren Bereich, Kran mit Kontrolle über Containerdrehung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Akustisch war die Presse gegenüber den Leerlaufgeräuschen des Fahrzeugs sowie dem Betriebsgeräusch bei Einsatz des Krans nicht auffällig. Die Pegelzunahme gegenüber dem Leerlauf betrug rund 5 dB.

Ein weiteres, übliches beobachtetes Vorgehen bei Fahrzeugen ohne integrierte Presse ist das Verdichten des bereits verladenen Altpapiers mit dem am Kran angehängten vollen Depotcontainer. Hierbei soll das Gewicht genutzt werden, das Volumen zu verkleinern (siehe Abbildung 22). Nach eigenen Beobachtungen ist dieses Verfahren jedoch insbesondere bei annähernd vollen Fahrzeugen nur begrenzt wirksam.

In einem Fall dauerte der Vorgang mit vollem Depotcontainer länger als 1 Minute sowie nach Entleerung mit leerem Depotcontainer nochmals fast 1 Minute an. Ansatzweise wirksam war hierbei nur die Verdichtung des frisch entladenen Materials. Für die vorherige Verdichtung konnte optisch keine relevante Änderung festgestellt werden (Abbildung 23). Es traten hingegen in dieser Zeit mehrfache Stöße (7) des Containers am Sammelbehälter mit entsprechenden Pegelspitzen auf.

Insgesamt ist zu beobachten, dass bei (über)vollen Sammelbehältern der Entladevorgang deutlich länger dauert als bei leeren Sammelbehältern. Zudem kommt es vermehrt dazu, dass Wertstoff neben dem Fahrzeug landet und wieder eingesammelt werden muss.

Aus akustischer Sicht ist somit der Füllstand des Sammelfahrzeugs als Einfluss auf die mögliche Geräuscentwicklung zu berücksichtigen. Bei angemessener Beladung können sowohl die Anzahl von Pegelspitzen als auch die Dauer des Fahrzeugbetriebs vermindert werden.

Abbildung 22: Verdichten mittels vollem Depotcontainer



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 23: Vergleich der Verdichtung - vor und nach „Stampfen“ mit vollem Depotcontainer über 1 Minute



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

3.3.5.3 Einfluss auf Absetzgeräusche

Insbesondere das Platzieren der Container auf dem Boden nach dem Entleerungsvorgang ist stark abhängig vom Containertyp (zum Teil gummibeschichtete Böden), der Untergrundart (Sand/Kies oder Pflaster) sowie dem den Lkw-Kran bedienenden Personals. Die Abhängigkeit vom bedienenden Personal wird insbesondere dahingehend deutlich, dass sich die Streubreite des Maximalpegels beim Absetzen eines Containersystems um etwa 40 dB belief. Die Ergebnisse der Messungen (siehe Kapitel 3.3.1 und Anhang B) zeigen zudem, dass im Mittel ein Absetzen von Altpapiercontainern bei gleichem Containertyp (Typ 2) auf sandigem Boden einen deutlich geringeren Maximalpegel verursacht. Es wurden 120 dB(A) auf sandigem Boden und 132 dB(A) auf gepflastertem Untergrund ermittelt. Auch für den Typ 1 wurde auf Kiesboden mit 113 dB(A) ein Maximalpegel deutlich unter 132 dB(A) ermittelt.

Relevant für Geräuschemissionen ist beim Absetzen auch das Anschlagen an benachbarte Container. Bei enger Stellung der Container sind hier regelmäßig Berührungen zu beobachten, die auch zu einer Verformung der Container führen (siehe Beispiel in Abbildung 24). Maßnahmen zur Minderung von Anschlaggeräuschen, wie z.B. Gummierungen am Äußeren, wurden nicht beobachtet.

Abbildung 24: Deformierte Altpapiercontainer



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

3.3.5.4 Dauer für einen Entleerungsvorgang

Für die Dauer des Entleerungsvorgangs wurden bei den Messungen (siehe Kapitel 3.3.1 und Anhang B) unterschiedliche Zeiträume festgestellt. Diese hängen sowohl von der Containerbauart, dem Kransystem, dem Fahrzeug sowie dem Bedienpersonal ab. Die festgestellten Zeiträume, von der Aufnahme des Containers bis zum Absetzen, reicht für Altglas von 2,5 bis 5 Minuten, für Altpapier von 2,5 bis 6 Minuten.

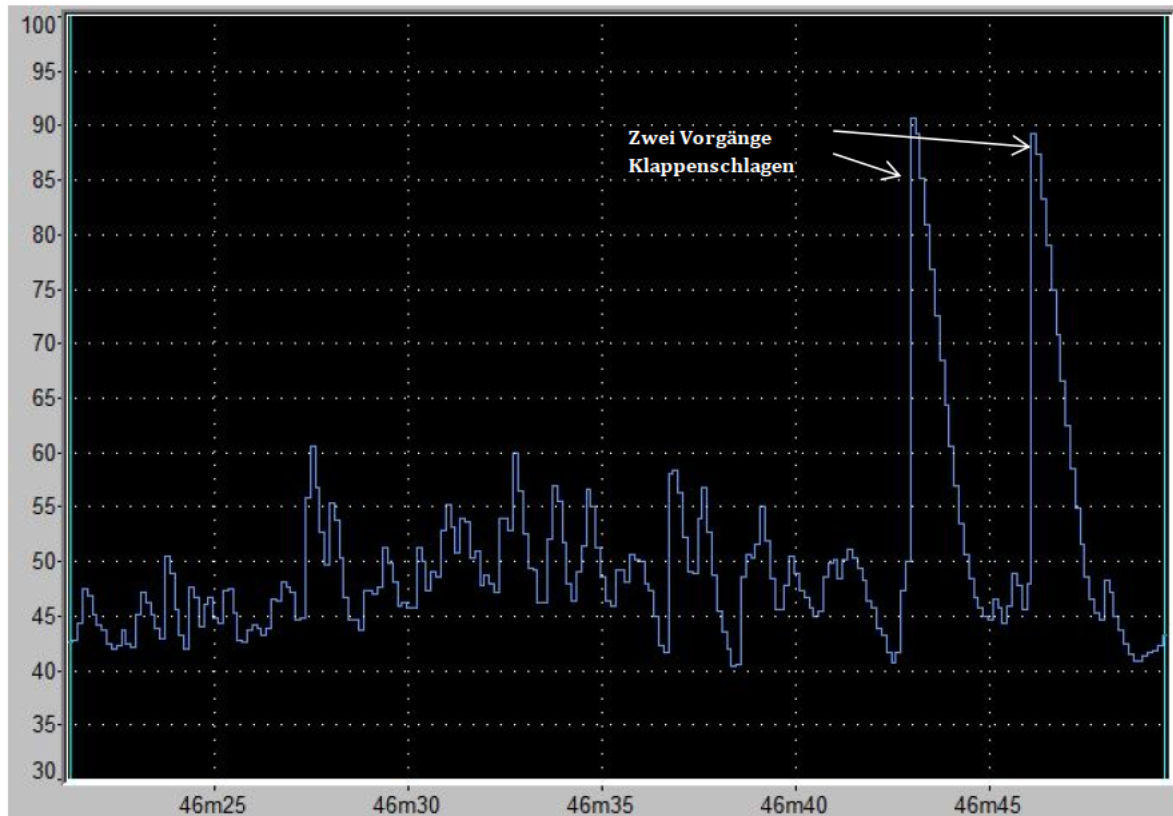
3.3.5.5 Metallklappe an Papiercontainern

Der Papiercontainertyp 2 ist beidseitig mit einer Metallklappe ausgestattet, wobei seitlich erkennbar Gummipuffer einen Aufprall Metall auf Metall verhindern sollen (siehe Abbildungen in Tabelle 30 und Tabelle 31). Aufgrund der Belastung durch das Fallen der Klappe wie auch witterungsbedingt nutzen die Gummipuffer zum Teil schnell ab oder sind so klein ausgeführt, dass Sie keine große schalltechnische Wirkung haben.

Die Messungen haben gezeigt, dass nach dem Papiereinwurf die Klappe ungebremst zurückschwingt und hierbei ein hoher maximaler Schallpegel (siehe Abbildung 25) auftritt.

Abbildung 25: Pegelzeitverlauf des Klappenschlagens

x-Achse = Zeit in Sekunden, y-Achse = Schalldruckpegel in dB(A) am Messpunkt



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

Auch wenn schadhafte Container nicht der Regelfall sein sollen, können Beschädigungen am Container dazu führen, dass von eigentlich akustisch nicht relevanten Bauteilen unnötige Schallemissionen ausgehen. Andererseits können bei Modellen mit Lärmschutzmaßnahmen diese durch eine Beschädigung ggf. weniger wirksam oder sogar unwirksam werden.

In Tabelle 7 sind die ermittelten Maximal-Schallleistungspegeln beim Klappenschlagen zu den einzelnen Papiercontainersystemen aufgelistet. In Abhängigkeit von dem Klappentyp mit unterschiedlicher Ausprägung einer Gummierung variieren die Maximalpegel um 17 dB.

Tabelle 7: Geräuschentwicklung – Klappenschlagen am Altpapiercontainer

Containersystem	Eigenschaft	L _{WAmax} / dB(A)
Papiercontainer Typ 1	kompletter Gummirand	97
Papiercontainer Typ 2	mit Gumminoppen im Originalzustand	101 (halbe Höhe) 109 (ganze Höhe)
Papiercontainer Typ 2	ohne Gumminoppen (defekt)	114
Papiercontainer Typ 5	mit Gumminoppen	110

Erläuterung:

L_{WAmax} Maximal-Schallleistungspegel

3.3.5.6 Weitere Geräuschereignisse

Orientierend wurden weitere Geräusche erfasst, die typisch für Wertstoffsammelplätze sind. Es handelt sich hierbei um Maximal-Schallleistungspegel zu einzelnen Ereignissen bei der Containerabholung (vgl. z.T. auch vorherige Tabellen) sowie orientierend um laufende Pkw-Motoren bei der Wertstoffentsorgung.

Tabelle 8: Sonstige Geräusche an Wertstoffsammelplätzen (jeweils maximaler Wert)

Vorgang	L _{WA} / dB(A)	L _{WAm} / dB(A)
Papierentsorgung mit laufendem Pkw-Motor	77	97
Schließen der Lkw-Ladeklappe	-	123
Schließen Containerboden	-	122
Kettenschlagen (an Container)	-	113
Container absetzen (auf festem Boden)	-	132
Container absetzen (auf sandigem Boden)	-	120
Anschlaggeräusche Container am Sammelbehälter des Fahrzeugs	-	119

Erläuterungen:

L_{WA} Schallleistungspegel energetisch gemittelt über den Vorgang

L_{WAm} Maximal-Schallleistungspegel

3.4 Zusammenfassung der Messungen

Zur Verbesserung des Kenntnisstands zu Geräuschemissionen an Abfallsammelplätzen wurden verschiedene Erhebungen durchgeführt.

Die Ergebnisse zu den Einwurfemissionen an Altglascontainern zeigen, dass bei den Erhebungen „im Realbetrieb“, d.h. mit seit mehreren Jahren im Betrieb befindlichen Containern, Schallleistungspegel auch oberhalb der vom „Blauen Engel“ garantierten Werte festgestellt werden. Die höchsten Maximalpegel liegen insbesondere im leeren Zustand deutlich, d.h. rund 5-10 dB, oberhalb der ermittelten Schallleistungspegel.

Zum Vergleich der in der älteren Literatur aufgeführten Schallemissionen und aktuellen Messungen sind in Abbildung 27 die Daten zusammen mit den Emissionen aus Tabelle 5 dargestellt. Die Messergebnisse aus der Literatur sind dabei jeweils in einer Spannbreite als Balken dargestellt. Die Messungen der Jahre 1993, 1995 und 1997 sind jeweils zusammengefasst, ebenso die Messungen aus den Zeiträumen 2003-2006 sowie 2012-2019.

Deutlich erkennbar ist auch hier der Rückgang der Geräuschemissionen nach 1993 sowohl für die Maximalpegel als auch für die Schallleistungspegel. Es ist aber ebenfalls erkennbar, dass die Geräuschemissionen der real gemessenen Container über den erwarteten Werten liegen, die sich aus den Anforderungen zum „Blauen Engel“ ergeben. Dabei gibt es bei den Geräuschemissionen einige Auffälligkeiten:

Zum einen sind dies die Unterschiede der Messergebnisse der Typen 4.1 und 4.2. Diese Unterflurcontainer unterscheiden sich nur durch die Einwurfsäule (siehe Abbildung 26): Bei Typ 4.1 ist diese für eine Glasfraktion ausgeführt, dadurch auch im Inneren breiter und nicht absorbierend ausgekleidet. Für Typ 4.2 sind zwei Glasfraktionen getrennt, was zu engeren

Einwurfschächten führt. Diese sind zudem mit Teppichvlies ausgekleidet. Die Pegelunterschiede liegen bei 15 dB für den Schallleistungspegel und 14 dB für den Maximalpegel bei leerem Container (vgl. Tabelle 5 Zeile 4 und 5). Im teilgefüllten Zustand gleichen sich die Werte weitgehend auf einem mittleren Niveau an.

Abbildung 26: Einwurfsäule - Containertypen 4.1 (links) und 4.2 (rechts)



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Zum anderen zeigt sich beim Typ 5 die höchste gemessene Schallemission. Vergleichbare Containertypen aus Kunststoff waren bereits in den Messungen 1993-1997 erfasst worden. Diese wiesen jedoch jeweils einen Verschluss (i.d.R. Gummirosette) sowie Auskleidungen und/oder Aufprallminderungsmaßnahmen auf. Beim im Jahr 2023 gemessenen Kunststoffcontainer (siehe Anhang A) waren keinerlei Schallschutzmaßnahmen zu erkennen. Dies spiegelt sich in den sehr hohen Schallleistungspegeln beim Einwurf wider.

Für die Containerleerung wurde neben den bereits in früheren Studien berücksichtigten Altglascontainern Leerungen von Altpapiercontainern aufgenommen. Hier zeigt sich insbesondere, dass trotz der geringeren Geräuschemissionen beim eigentlichen Leeren weitere Geräuschquellen maßgeblich zur Gesamtemission beitragen können. Es treten auch hier laute Geräusche beim Anhängen des Containers, beim Absetzen sowie beim Schließen des Containers auf. Bei Fahrzeugen ohne Presse entstehen in einigen Fällen Geräuschemissionen durch einen längeren Prozess, bei dem der Wertstoff im Sammelbehälter des Fahrzeugs mit dem vollen Depotcontainer verdichtet werden soll. Dies führt zu einer längeren Betriebszeit des Sammelfahrzeugs vor Ort. Zum anderen können zusätzliche Anschlaggeräusche zwischen Container und Sammelbehälter des Fahrzeugs zur Geräuschentwicklung beitragen.

Bei den Altglasentleerungen wurde festgestellt, dass durch das Bedienpersonal eine hohe Bandbreite der Geräuschentwicklung beim Absetzen besteht. Ein Einfluss zu den Absetzgeräuschen wurde bei den Papiercontainern auch auf Kies oder sandigem Boden festgestellt. Für Altpapiercontainer ist der Absetzvorgang meist das Geräuschereignis, das für die Maximalpegel ursächlich ist.

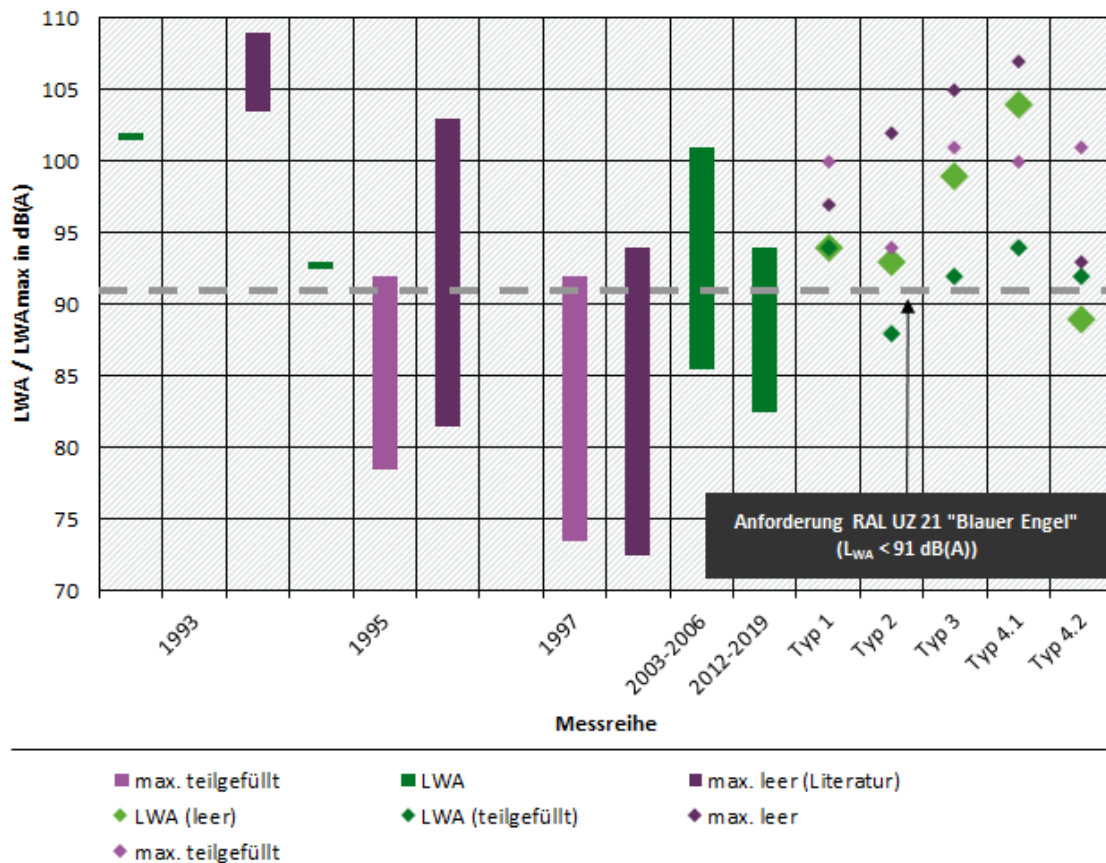
Die Messungen zeigen in der Tendenz, dass der Schallleistungspegel bei der Entleerung von Unterflurglascontainern geringer als bei Oberflurcontainern ist. Dies kann durch die geringeren Containermaße bedingt sein: die Behälter können „innerhalb“ des Sammelbehälters schwebend

entleert werden, die Wände des Sammelbehälters wirken dabei abschirmend. Für die Oberflurcontainer ist eine Leerung meist nur oberhalb des Sammelbehälters hängend möglich, sodass sich der Schall frei ausbreiten kann.

Abbildung 27: Schallemissionen von Altglascontainern

Schallemissionen von Altglascontainern

Zusammenstellung von Messergebnissen aus dem Zeitraum 1993-1997, 2003-2019 sowie aktueller Messergebnisse des Projekts



Basierend u.a. auf Daten aus: BayLü 2004, EMPA 2012, LÄRMKONTOR 1993, 1995, 1997

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Weitere Erhebungen wurden durchgeführt u.a. zum Wartungszustand der Container. Bei Defekten an den Einwurflappen von Altpapiercontainern können hier bis zu 17 dB variierende Maximalpegel auftreten.

4 Lärminderung an Abfallsammelplätzen

Das Forschungsprojekt soll Empfehlungen für öffentliche Abfallsammelplätze bereitstellen, damit diese möglichst keine schalltechnischen Konflikte verursachen. Für Abfallsammelplätze ist dabei stets eine Abwägung durchzuführen, in die verschiedene Aspekte einzustellen sind (LÄRMKONTOR GmbH, 1993). Hierbei ist eine erforderliche Nähe zu Wohnbebauungen, die z.B. eine fußläufige Erreichbarkeit sicherstellt, gegen den notwendigen Abstand zu eben dieser aufgrund der Geräuscentwicklung abzuwägen. Ebenso muss eine günstige Anfahrmöglichkeit mit Kraftfahrzeugen, um möglichst geringe Belästigungen zu erzeugen, gegen eine Förderung von nicht-motorisierter Anlieferung abgewogen werden.

Bei der Abwägung ist nach geltender Rechtslage davon auszugehen, dass schädliche Umweltwirkungen in Form von Lärm in einem gewissen Umfang hinzunehmen sind (LÄRMKONTOR GmbH, 1993). Bei der Planung kann und soll somit eine Lärmbelastung nicht vollständig vermieden werden, es soll jedoch eine optimale, abgewogene Lösung erreicht werden, um die Belastungen niedrig zu halten.

Im Folgenden sollen mögliche Maßnahmen zur Lärminderung an Abfallsammelplätzen in drei Kategorien erläutert werden:

- ▶ Lärmoptimierte Planung und bauliche Maßnahmen an der Sammelstelle
- ▶ Betriebliche und organisatorische Maßnahmen
- ▶ Technische Maßnahmen

Neben den konkreten Maßnahmen werden Handlungsempfehlungen für die relevanten Beteiligten gegeben. Diese sollen auch dazu dienen, die jeweilige Verantwortlichkeit zu verdeutlichen.

4.1 Mögliche Maßnahmen

4.1.1 Lärmoptimierte Planung und bauliche Maßnahmen

Im Zuge der Aufstellungsplanung können bereits frühzeitig Maßnahmen zur Lärminderung umgesetzt werden. Die Standortauswahl und die konzeptionelle Ausgestaltung der Anlagen ermöglichen Geräuschminderungspotentiale (EMPA, 2012) (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2004).

4.1.1.1 Standortfindung und Mindestabstände

Grundsätzlich sollte die Standortwahl zur Aufstellung von Abfallsammelplätzen einen ausreichend großen räumlichen Abstand zur nächstgelegenen schutzbedürftigen Nachbarschaft berücksichtigen. In verdichteten städtischen Siedlungsbereichen sind Abstände schwerlich vollumfänglich zu wahren und eine bauliche Umsetzung von Alternativstandorten selten möglich. Hierbei sind insbesondere die bau- und immissionsschutzrechtlichen Anforderungen in Bezug auf die Zulässigkeit zu beachten (siehe Abschnitt 2.2.1 und 2.2.2). Insbesondere sind die Gebietskategorien gemäß BauNVO hierbei zu beachten.

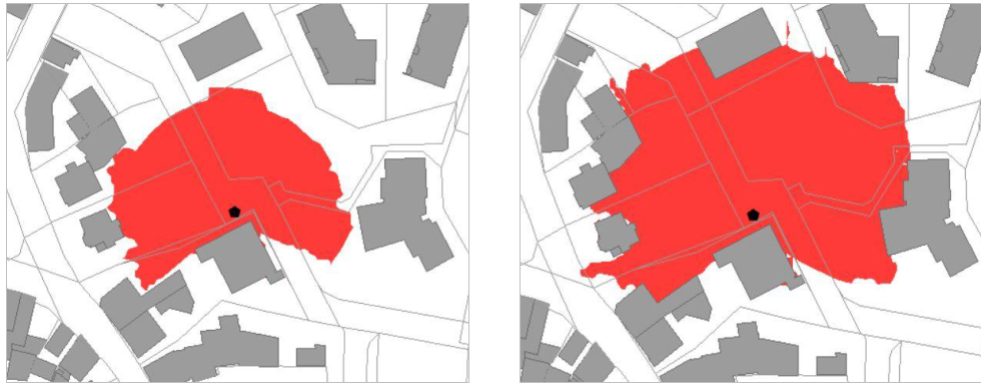
Welche Schwierigkeiten sich bei der Definition von räumlichen Mindestabständen ergeben, zeigen die nachfolgenden Abbildungen. Unter Berücksichtigung der Anforderungen der TA Lärm (siehe Abschnitt 2.2.2) ergeben sich unter Berücksichtigung der verschiedenen Entsorgungsteilvorgänge abweichende räumliche Ausprägungen. Bezogen ausschließlich auf die Einwurfvorgänge von Altglas besteht ein deutlich kleinerer Konfliktbereich gegenüber einem Wohngebiet als unter zusätzlicher Berücksichtigung des Abholvorgangs durch ein Sammelfahrzeug (siehe Abbildung 28). Noch deutlicher wird die räumliche Veränderung des Konfliktbereichs, wenn für die Beurteilung der Maximalpegel des Betriebsvorgangs herangezogen wird (Abbildung 29). Die Geräuschspitzen erweitern den Konfliktbereich und damit die erforderlichen Mindestabstände gegenüber einer Wohnnutzung.

Abbildung 28: Kartenausschnitte mit Darstellung eines Konfliktbereichs für ein allgemeines Wohngebiet basierend auf Flascheneinwürfen in einen Depotcontainer (links) und Flascheneinwürfen mit anschließender Entleerung in ein Sammelfahrzeug (rechts)



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

Abbildung 29: Kartenausschnitte mit Darstellung eines Konfliktbereichs für ein allgemeines Wohngebiet basierend auf Flascheneinwürfen mit anschließender Entleerung in ein Sammelfahrzeug ohne (links) und mit (rechts) Berücksichtigung des Maximalpegels



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH, eigene Darstellung

4.1.1.2 Gestaltung der Containerstandorte

Mit der baulichen Gestaltung der Sammelplätze sind Lärmminderungspotentiale verbunden. Es kann davon ausgegangen werden, dass je größer eine Anlage in Bezug auf die Anzahl der Container ist, desto mehr geräuschrelevante Vorgänge bedingt diese.

In der Planung von Sammelplätzen sollten insbesondere die Fahrwege für Pkw und Lkw so angeordnet werden, dass ein ausreichender Abstand zur schutzbedürftigen Umgebung gewahrt wird (EMPA, 2012). Zudem ist darauf zu achten, dass die An- und Zufahrtsmöglichkeiten für Lkw dahingehend optimiert werden, dass keine Rangiertätigkeiten erforderlich sind.

Weiterhin hat die Praxiserfahrung während der Messungen gezeigt, dass die Anordnung und Stellung der Container am Standort einen relevanten Einfluss auf die Geräuschemissionen haben. Die Entsorgungsvorgänge in den Lkw haben aufgezeigt, dass wenn Container dicht nebeneinander angeordnet stehen, zwangsläufig die Behälter bei der Aufnahme und dem Absetzvorgang aneinanderschlagen. Eine Vermeidbarkeit der Schlaggeräusche ist gegeben, sofern die Anordnung der Container mit einem räumlichen Abstand zueinander am Standort erfolgt. Erweitert können entsprechende bodenseitige Markierungen helfen, um die genauen Standorte für das Entsorgungspersonal kenntlich zu machen.

Bei Anlagenkonzeptionen mit oberirdischen Depotcontainern sollte zudem darauf geachtet werden, dass bei den Absetzvorgängen eine bodenseitige Minderungsmaßnahme berücksichtigt wird. Die Messungen haben gezeigt, dass das Absetzen von Metallcontainern auf eine schallharte Stellplatzoberfläche Schlaggeräusche verursacht (siehe Abschnitt 3.3.1.3). Ein schallgedämpfter Boden (z.B. naturbelassen oder gummiert) kann diese Schlaggeräusche reduzieren.

4.1.1.3 Abschirmungen

Bei Planungen von Sammelplätzen besteht grundsätzlich die Möglichkeit ein Minderungseinfluss auszuüben, in dem der Schallausbreitungsweg aktiv abgeschirmt wird (EMPA, 2012). Die Aufstellung von Lärmschutzwänden oder die Einhausung von Anlagen kann eine sehr wirksame Maßnahme zur Geräuschvermeidung sein. Die Minderungseffekte liegen in einer Größenordnung von oberhalb 10 dB (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2004).

Gleichzeitig ist einschränkend zu erwähnen, dass diese Maßnahme mit einem erhöhten baulichen Aufwand und entsprechenden Kosten verbunden ist. Es ist auch zu beachten, dass die räumlichen Verhältnisse die Umsetzung erlauben müssen. Zudem sind andere Belange (u.a.

städtebauliche und freiraumplanerische Aspekte) bei der Aufstellung von beispielsweise Wänden zu beachten, damit diese standortbezogen nicht als bauliche Barrieren wirken.

4.1.1.4 Wahl der Depotcontainerbauart

Der Fokus der Lärminderung an Containern (jeglicher Behälterform, ob nun ober- oder unterirdisch) liegt auf der Dämpfung des eigentlichen Einwurfgeräusches. So legt zum Beispiel das Umweltzeichen „Blauer Engel“ einen maximalen Schallleistungspegel von 91 dB (A) fest, der beim Einwurf in einen leeren Container einzuhalten ist. Sowohl Depotcontainer als auch Unterflursysteme können diese Anforderung erfüllen.

Der wesentliche Unterschied der beiden Systeme besteht darin, dass sich der eigentliche Sammelbehälter entweder oberirdisch oder unterirdisch befindet. In beiden Systemen erfolgt der Einwurf des jeweiligen Wertstoffs von oben in den Containerschacht. Bei einem Unterflursystem ist der Einwurfvorgang (z.B. einer Glasflasche) deutlich leiser, da die herabfallende Altglasflasche im Container unterirdisch, also durch das Erdreich respektive die Betonschale gut gedämmt, aufschlägt. Bei einem Depotcontainer erfolgt die Schallentstehung hingegen oberirdisch. Deshalb sind die Wände eines Depotcontainers stärker zu dämmen und die Einwurfschächte akustisch zu optimieren (z.B. durch Gummierungen oder Fallbremsen), um die Anforderungen des Umweltzeichens zu erreichen.

Nachteilig wirken sich bei Unterflursystemen die höheren Kosten und der erforderliche baurechtliche sowie bautechnische Aufwand (u.a. Genehmigungserforderlichkeit, Konflikte mit bereits im Boden vorhandenen Leitungen) aus. Dabei bietet dieses Containersystem neben den positiven schalltechnischen Aspekten weitere Vorteile gegenüber Depotcontainern. Beispielsweise können auf gleicher Grundfläche größere Behälter mit mehr Nutzvolumen umgesetzt werden. Weiterhin sind die niedrigen Einwurföffnungen für eine barrierefreie Nutzung (z.B. für Rollstuhlfahrende oder Kinder) deutlich besser geeignet. Zudem stören Unterfluranlagen das Stadtbild deutlich weniger als Depotcontainer.

Eine Auswertung zeigt, dass Unterflursysteme einen maximalen Schallleistungspegel von 83 dB(A) für den einzelnen Flascheneinwurf in den Altglascontainer erreichen können. Die Schallleistungspegel von oberirdischen Depotcontainer liegen meist deutlich höher, marktseitig nicht selten bei 89 dB(A). Grundsätzlich können mit Unterflursystemen tendenziell geringere Schallleistungspegel erwartet werden, als der „Blaue Engel“ vorschreibt, die Geräuschemissionen wären jedoch auch mit oberirdischen Systemen zu erreichen. Die Messergebnisse (vgl. z.B. Abbildung 27) zeigen, dass es mehrere Systeme gibt, die noch höhere Anforderungen einhalten können. Anstelle einer Beschränkung auf (ggf. geräuschärmere) Unterflursysteme wäre somit eine höhere Anforderung z.B. im Rahmen des „Blauen Engels“ sinnvoll.

4.1.2 Betriebliche und organisatorische Lärminderung

Unter den betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen zur Lärminderung sollen jene Maßnahmen erläutert werden, die mit den Einwurfzeiten, der Betriebsorganisation, der Optimierung der Routenplanungen sowie weiteren betrieblichen Optimierungen wie Personalschulungen befassen.

4.1.2.1 Personalschulung

Durch eine Schulung des bedienenden Personals bei der Leerung der Depotcontainer kann ebenfalls ein Beitrag zur Lärminderung erreicht werden. Grundsätzlich ist durch eine

Sensibilisierung das Bewusstsein zu lärmarmen Arbeitsprozessen herzustellen. Bei hohem Verständnis kann die Bereitschaft zur Achtsamkeit auf Geräuscentwicklungen erhöht werden.

Insbesondere die Unterweisung auf potenziell sehr laute, aber vermeidbare Lärmemissionen (Absetzgeräusche, Anstoßgeräusche, hohe Abwurfhöhe bei Altglas) kann zu einer deutlichen Minderung von Pegelspitzen bei der Leerung beitragen. Schulungen des Fahrpersonals können zudem eine bewusst lärmarme Fahrweise an lärmsensiblen Standorten unterstützen.

Fortbildungen können zudem dazu beitragen, dass die Abläufe schneller bewältigt werden. Dies ist für die Geräuscentwicklung sinnvoll und kann auch ökonomische Vorteile bringen, z.B. durch geringeren Zeitaufwand für Maschineneinsatz und Personal oder geringeren Verschleiß.

4.1.2.2 Optimierung der Leerungsfahrten

Durch eine Veränderung der Häufigkeit der Leerungen kann ebenfalls eine Veränderung der Lärmbelastung auftreten.

Angestrebt werden kann eine seltenere Leerung. Dies kann z.B. durch eine höhere Anzahl von Depotcontainern oder eine höhere Kapazität der einzelnen Depotcontainer erreicht werden. Die Zeit, bis die Kapazität des Abfallsammelplatzes erreicht wird, steigt dadurch. Dieses Vorgehen führt dazu, dass für die Anwohnenden seltener Lärmereignisse eintreten, die dann aber z.B. bei höherer entleerter Altglasmenge oder bei höherer Containeranzahl, zu höheren Lärmpegeln oder längerer Einwirkdauer führen können.

Um die Geräuschemissionen der einzelnen Leerung zu vermindern, kann eine häufigere Leerung umgesetzt werden. Die Entleerung von Altglascontainern führt bei geringerer Füllmenge zu geringeren Geräuschemissionen. Hierzu können z.B. auch bereits in den Containern verbaute Füllstandsmelder eingesetzt werden, die periodisch die Füllstandsmenge erfassen (Verband kommunaler Unternehmen e.V., 2020). Für kritische Standorte könnte dann die Tourenplanung bereits bei geringeren als vollen Containern eine Leerung vorsehen.

Da die Abschirmung des Sammelbehälters des Fahrzeugs ebenfalls zu einer Geräuschkinderung beitragen kann, sollte eine Optimierung der Routenplanung als Lärminderungsmaßnahme angedacht werden. Dies ist insbesondere beim Entleeren der Altglascontainer hilfreich. Auch bei Altpapier kann durch eine ungestörte Entleerung (ohne notwendiges Verdichten oder längere Standzeiten aufgrund von Fehlwürfen neben das Fahrzeug) eine geringe Minderung erwartet werden. Bei der Leerung von Altglas ist zu beachten, dass beim Entleeren in einen leeren Sammelbehälter beim Kontakt Glas-Metall ggf. höhere Emissionen eintreten können. Hier wäre eine technische Maßnahme (z.B. Gummierung des Bodens von Sammelbehältern) hilfreich.

Ebenfalls Bestandteil einer optimierten Routenplanung kann die Planung der Entleerungszeiten für lärmkritische Standorte nahe von Wohnbebauung sein. Eine (freiwillige) Beschränkung der Abholzeiten könnte sich an der 32. BImSchV, § 7 orientieren: Werktags 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr, oder (bei höherem Konfliktpotenzial) sogar nur 9:00 Uhr bis 13:00 Uhr sowie 15:00 Uhr bis 17:00 Uhr. Hiermit können – auch ohne Pegelminderungen – Störwirkungen minimiert und somit Konflikte vermindert werden.

Bei Einsatz von Fahrzeugpressen bei der Altpapiersammlung (siehe Kapitel 4.1.3.3) kann nach gewonnener Erkenntnis eine deutlich höhere Anzahl von Entleerungsvorgängen durchgeführt werden. Es sind hiernach rund die dreifache Anzahl von Containerleerungen ohne die Notwendigkeit einer „Verdichtung“ möglich. Auch das Gesamtvolumen, das abgefahren werden kann, bis eine Anfahrt zur Fahrzeugleerung notwendig ist, steigt. Somit bewirken Pressen auch eine Verminderung des Gesamtverkehrs durch die Sammelfahrzeuge.

4.1.2.3 Beschränkung der Einwurfzeiten

Die 32. BImSchV sieht vor, dass die Einwurfzeiten für Altglas an Abfallsammelplätzen nur im Zeitraum werktags von 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr zulässig sind, um eine Geräuschbelastung einer potenziell schutzbedürftigen Wohnbebauung zu vermeiden. Untersuchungen haben gezeigt, dass trotz dieser Beschränkungen auch außerhalb dieser Zeit Einwürfe stattfinden. Die meisten Einwürfe außerhalb der zulässigen Zeiten finden dabei jedoch noch in den angrenzenden Randstunden statt.

Für einen besseren Schutz an konflikträchtigen Lagen könnte eine weitere Begrenzung der Einwurfzeiten für Altglas sinnvoll sein, um die Hemmung für eine Nutzung weiter zu erhöhen. Dies ist jedoch mit der notwendigen Verfügbarkeit von Abfallsammelplätzen abzuwägen. Zur Orientierung könnten die strenger, in der 32. BImSchV, § 7 genannten Zeiten, dienen: Werktags 9:00 Uhr bis 13:00 Uhr sowie 15:00 Uhr bis 17:00 Uhr. Diese gelten bislang nicht für Altglascontainer.

Wenn in einem Gebiet vermehrt Einwürfe außerhalb der zulässigen Einwurfzeiten zu verzeichnen sind, ist andererseits zu prüfen, ob eine Verlagerung hin zu wenig sensiblen Standorten, etwa in Gewerbegebieten, möglich ist. Dies könnte durch eine gute Erreichbarkeit dieser Standorte, vor allem auch mit dem Pkw und Fahrrad, unterstützt werden. Eine Ausweitung der zulässigen Einwurfzeiten für Altglas, um einen Einwurf z.B. auch nach 20 Uhr zu „legalisieren“, scheitert jedoch bisher an den Vorgaben der 32. BImSchV. Einer zulässigen Nutzung der Altpapiercontainer nach 20:00 Uhr steht dies jedoch nicht im Wege. Insofern könnte an solchen Alternativstandorten die Ausschilderung angepasst werden, dass z.B. ein möglicher Nachteinwurf für Altpapier explizit erlaubt wird.

4.1.3 Technische Lärminderung

Unter den technischen Maßnahmen zur Lärminderung sollen Maßnahmen an den Containern selbst sowie an der eingesetzten Technik zur Entleerung beschrieben werden. Hierzu gehören die Aufnahmesysteme sowie die eigentlichen Sammelfahrzeuge.

4.1.3.1 Einwurfvorgänge

Bei den Einwurfvorgängen von Altglas zeigen die Untersuchungen aus den Jahren 1993-1997 deutliche Minderungsmöglichkeiten, die bezogen auf die Maximalpegel beim Einwurf in den leeren Container bei rund 15 dB liegen. Gegenüber den aktuell vermessenen Containern sowie den Anforderungen des „Blauen Engels“ ergeben sich noch Potenziale von mindestens 5 dB.

Potenziale sind auch in Messberichten eines herstellenden Betriebs erkenntlich: Es werden aktuell Depotcontainer hergestellt, die eine ermittelte Geräuschemission rund 5 dB unterhalb der Anforderungen aufweisen. Es wird jedoch in diesem Fall nur die höhere, garantierte Schallleistung nach „Blauem Engel“ für die notwendige Typkennzeichnung verwendet.

Bei der aktuellen Beschaffung kann somit in der Regel kein „leiserer Container“ beschafft werden. Teilweise fehlen entsprechende Auszeichnungen der Herstellenden, zum anderen gibt es keine „einfache“ Auszeichnung entsprechender lärmarmen Systeme mit höheren Anforderungen. Dies war eigentlich Ziel des „Blauen Engels“, der objektiv betrachtet nicht mehr dem möglichen Stand der Lärminderungstechnik entspricht. Nach Auswertung von Messergebnissen der letzten 30 Jahre (siehe Abbildung 27) zeigt sich, dass eine Vielzahl von Containern auch eine um mindestens 3 dB verschärfte Anforderung erfüllen könnte. Eine solche (oder nochmals ambitioniertere) Anforderung würde zudem den Einsatz und die Entwicklung von lärmindernden Maßnahmen erneut forcieren. Um unterschiedlichen Ansprüchen zu entsprechen, wäre auch eine Abstufung mit zwei Anforderungen denkbar. Die schwächere

Anforderung würde dann allgemein genutzt, um (mit geringem Aufwand) „vermeidbaren Lärm“ zu reduzieren, die höhere Anforderung wäre ambitioniert und für den Einsatz in lärmsensiblen, konflikträchtigen Gebieten vorgesehen.

Bei den Anforderungen des „Blauen Engels“ ist jedoch auch der Garantiezeitraum zur Erteilung zu beachten: Der Garantiezeitraum von 2 Jahren auf die Geräuschemissionen entspricht nicht den Nutzungszeiträumen der Behälter, die deutlich darüber liegen können. Hier wäre entweder eine Anpassung notwendig, in der über die Herstellergarantie hinaus auch der Betreiberseite nach einem Zeitraum von 2 Jahren eine Einhaltung sicherzustellen hat, oder es sollten geeignete Wege gefunden werden, für den ausgeschriebenen Betrieb vergleichbare Anforderungen auch nach Ende des Garantiezeitraums setzen zu können.

Einzelne technische Maßnahmen am Container selbst können Kapitel 2.4.3.6 entnommen werden. Da keine einheitliche Minderungswirkung erkennbar ist, können die einzelnen Maßnahmen nicht im Detail hinsichtlich Wirkung, Aufwand und Kosten bewertet werden. Deutliche Hinweise auf eine wirksame Lärmoptimierung gab es aber beim Einwurf in Unterflurglascontainer (siehe Kapitel 3.3.2.4). Die Geräusche beim Einwurf konnten bei leerem Container um rund 15 dB gemindert werden.

4.1.3.2 Entleervorgang

Von einzelnen herstellenden Unternehmen existieren verschiedene Systeme, die Vorteile gegenüber der bisherigen Kettenaufhängung bieten. Diese reichen von einfachen Krananbauten, die in einem Bauteil mehrere Hakenaufnahmen beinhalten. Hiermit entfallen ggf. die notwendigen Ketten am Kran selbst (siehe Abbildung 7 auf Seite 44).

Darüber hinaus bietet die Pilz-Aufnahme (siehe Kapitel 2.4.3.3) Vorteile bei der Kontrolle des Containers. Es sind gezielte Drehungen möglich, um die Ausrichtung über dem Sammelbehälter zu optimieren. Langwierige Ausrichtungen entfallen und die Prozesszeit verkürzt sich somit.

Von einem Unternehmen wird erweitert zur Pilz-Aufnahme auch ein weitgehend automatisierte bzw. assistierendes System angeboten, das den Hebe- und Entleerungszyklus ggf. nochmals verkürzen kann. Das System bietet zudem den Vorteil, dass Einzelschallereignisse durch „Unachtsamkeit“ (lautstarkes Aufsetzen auf dem Boden, Anschlagen des Containers am Sammelbehälter) nicht auftreten.

Messtechnisch nicht erfasst wurde der Einfluss des Füllstands der Sammelfahrzeuge. Nach Aussage des Bedienpersonals kann es bei leerem Sammelbehälter beim Kontakt Glas-Metall jedoch zu höheren Geräuschemissionen kommen. Maßnahmen wie eine Bodendämmung des Sammelbehälters, z.B. mit Gummimatten, könnten die Geräuschemissionen mindern.

Ebenfalls lärm mindernd können Maßnahmen am Containeräußeren sein, die Anschlaggeräusche zwischen zwei benachbarten Containern beim Absetzen vermeiden. Dies könnte z.B. über geeignete Führungen oder auch Gummierungen am Containeräußeren ermöglicht werden. Technisch einfacher ist jedoch ein geeigneter Abstand zwischen den Containern, der auch Pendelbewegungen beim Absetzen geeignet berücksichtigt (siehe Kapitel 4.1.1.4).

Bei der Altpapierentsorgung fielen mehrfach laute Geräuscheignisse beim Schließen eines Ladedeckels auf (siehe Kapitel 3.3.1.5 und 3.3.5.6). Diese ließen sich durch eine entsprechende Dämmung oder auch nur eine korrekt eingestellte Hydraulik deutlich vermindern. Bei Fahrzeugen mit Pressen entfallen diese Geräusche ggf. vollständig.

Die Potenziale bei der Minderung einzelner Geräuschbeiträge auf die Gesamtgeräuschemissionen eines Entleerungsvorgangs sollen in Kapitel 4.1.4.1 detailliert betrachtet werden.

4.1.3.3 Sammelfahrzeuge

Bei den Sammelfahrzeugen bestehen Potenziale sowohl die Motorgeräusche im Betrieb und im Leerlauf wie auch die Geräuschentwicklung notwendiger Aggregate zu vermindern.

Grundsätzlich bietet sich der Einsatz lärmarmen Fahrzeuge an, die z.B. über eine gute Motorkapselung verfügen. Auch durch eine Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen ist absehbar eine deutliche Geräuschemissionsminderung im Fahrbetrieb zu erwarten (Kliesch, Wirtz, & Hübel, 2024).

Die in den Messungen betrachteten Geräusche von Hydraulikaggregaten zeigen, dass diese durchaus herausstechend sind. Eine weitere Kapselung könnte technisch möglich sein. Elektrisch angetriebene Hydraulikaggregate oder ein vollelektrischer Antrieb ohne Hydraulik könnten durch den Entfall der Leerlaufgeräusche ebenfalls zu einer Geräuschminderung beitragen.

Es sei an dieser Stelle nochmals auf die Geräusche beim Schließen eines Ladedeckels insbesondere bei Fahrzeugen zur Altpapiersammlung hingewiesen (siehe Kapitel 4.1.3.2). Diese Geräuschemissionen sind abhängig vom Fahrzeugaufbau/Sammelbehälter.

Aus der Literatur liegen bisher keine ausreichenden Daten zur potenziellen Lärminderung vor. Es werden zwei pauschale Ansätze zur Minderung der Fahrzeuggeräusche gewählt. Die Wirkungen auf die Gesamtgeräuschemissionen eines Entleerungsvorgangs werden in Kapitel 4.1.4.1 (Presse) und in Kapitel 4.1.4.2 (Leerlauf und Aggregatgeräusche) dargestellt. Hieraus lässt sich das tatsächliche Minderungspotenzial ableiten.

4.1.4 Ermittlung von Minderungspotenzialen

Einzelne der identifizierten und zuvor beschriebenen Maßnahmen wirken sich auf die Geräuschentwicklung des Entleerungsvorgänge aus. Aufgrund der vielfältigen Quellen kann eine Minderung an einer weniger relevanten Quelle u.a. zu einer deutlich geringeren bis unmerklichen Änderung der Gesamtemission führen.

Zugrunde gelegt werden die Geräuschanteile jeweils für einen Abholvorgang mit einer angenommenen Dauer von 6 Minuten (360 Sekunden). Angesetzt werden der Leerlauf des Sammelfahrzeugs über die gesamte Dauer, der Kranbetrieb für eine Minute (60 Sekunden), die Geräuschemissionen der Leerung selbst sowie einzelne Pegelspitzen wie Aufsetzgeräusch oder Kettenschlagen mit je 0,125 Sekunden je Ereignis. Berechnet wird der mittlere Summen-Schallleistungspegel über die Vorgangsdauer von 360 Sekunden.

Nicht betrachtet wird die Wirkung auf Maximalpegel. Diese lässt sich jeweils einzeln aus der Maßnahme ableiten.

4.1.4.1 Potenziale bei der Containerleerung

Grundlage der Bewertungen von Änderungen am Entleerungsvorgang sind zwei Vorgänge für einen Oberflur-Altglascontainer (Tabelle 9) sowie einen Oberflur-Altpapiercontainer (Tabelle 10). Änderungen an den Ansätzen werden in den folgenden Tabellen jeweils **hervorgehoben** dargestellt.

Für den Altglascontainer wurde der Schallleistungspegel einer Leerung aus Daten der EMPA-Studie (EMPA, 2011) entnommen. Angesetzt wurde für Glas der höchste genannte Schallleistungspegel mit 124 dB(A), ohne Abschirmung durch den Sammelbehälter (siehe Kapitel 2.4.2.3), über 10 Sekunden. Es handelt sich hierbei zunächst um eine eher lautere Leerung, damit der Einfluss der übrigen Quellen auch bei dominanter Leerung ermittelt werden kann.

Für den Altpapiercontainer wurde zunächst ein Oberflurcontainer auf festem Untergrund berücksichtigt. Für den Entleerungsvorgang selbst wurde als wesentliches Geräuschereignis ein metallisches Schlagen z.B. von Klappen oder Mechanik angesetzt. Nicht berücksichtigt wurde in den Berechnungen der Einfluss des Schließens eines Deckels auf dem Sammelbehälter des Fahrzeugs. Dieser Vorgang kann, nach Entleerung ggf. mehrerer Container, ebenfalls relevante Geräuschemissionen hervorrufen, ist aber auch fahrzeugabhängig.

Im direkten Vergleich zeigt sich, wie erwartet, ein deutlicher Unterschied zwischen Altglas- und Altpapierleerung.

Tabelle 9: Maßnahmenbewertung - Glascontainer mit Standardwerten

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung	10	124,0
Aufsetzgeräusche (befestigt)	0,125	132,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	109,0

Tabelle 10: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit Standardwerten

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung	0,500	122,0
Aufsetzgeräusche (befestigt)	0,125	132,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	100,8

Minderung der Aufsetzgeräusche

Als mögliche Minderungsmaßnahme wird zuerst der Einfluss weicherer Böden geprüft, die eine Minderung der Aufsetzgeräusche bedingen. Für Altglascontainer liegt die Minderungswirkung niedriger als für Altpapiercontainer.

Tabelle 11: Maßnahmenbewertung - Glascontainer auf weichem Boden

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung	10	124,0
Aufsetzgeräusche (sandig)	0,125	120,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	108,7

Tabelle 12: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer auf weichem Boden

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung	0,500	122,0
Aufsetzgeräusche (sandig)	0,125	120,0
Kettenschlagen	0,25	113,0
Summe	360	98,3

Verdichten von Altpapier im Sammelfahrzeug

Als eine Störquelle wurde bei der Altpapierentsorgung regelmäßig das Verdichten von Altpapier im Sammelbehälter des Fahrzeugs beobachtet. Ohne eine Verdichtung wäre nur eine deutlich geringere Anzahl von Entleerungen möglich, bis eine Rückfahrt des Sammelfahrzeugs notwendig wird. Beobachtet wurde eine übliche Verdichtung mit dem angehängten Depotcontainer (siehe Kapitel 3.3.5.2).

Verglichen werden drei Ansätze: mit dreifacher Einsatzzeit des Krans zum Verdichten (Tabelle 13), dreifache Einsatzzeit mit zusätzlichen Geräuschemissionen durch Anschlaggeräusche (Tabelle 14) sowie ein Ansatz mit einer aufgrund einer Presse ggf. um pauschal 5 dB erhöhten Leerlaufgeräuschemission (Ansatz wie „Kranbetrieb“) über 50 % der Leerlaufzeit (Tabelle 15).

Tabelle 13: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit dreifacher Kranzeit

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	180	99,4
Entleerung	0,500	122,0
Aufsetzgeräusche (befestigt)	0,125	132,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	101,7

Tabelle 14: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit dreifacher Kranzeit und zusätzlichen Schlaggeräuschen

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	180	99,4
Entleerung	0,5	122,0
Aufsetzgeräusche (befestigt)	0,125	132,0
Anschlaggeräusche (am Sammelbehälter)	0,500	119
Kettenschlagen	0,250	113
Summe	360	102,0

Tabelle 15: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit 5 dB Pegelzunahme durch Presse

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf (50 %)	180	94,2
Leerlauf mit Zuschlag (50 %)	180	99,4
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung	0,50	122,0
Aufsetzgeräusche (befestigt)	0,125	132,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	101,8

Abschirmung durch Sammelbehälter, reduziertes Kettenschlagen

Für die Altglasentleerung wurde ein Ansatz mit geringeren Schallleistungspegeln durch eine (Teil-)Abschirmung durch den Sammelbehälter modelliert. Nach EMPA-Studie (EMPA, 2011) liegen die Schallleistungspegel mit rund 118 dB(A) um etwa 6 dB niedriger (siehe Kap. 2.4.2.3).

Für den Papiercontainer wurde für die Entleerung nur ein einfaches Schlagen (Schließgeräusch) und für Aufsetzgeräusche geringere Ansätze (Maßnahme wie „weicher Boden“) gewählt, Kettenschlagen entfällt (z.B. bei Pilz-Aufnahme) vollständig.

Tabelle 16: Maßnahmenbewertung - Glascontainer mit Abschirmung des Sammelbehälters

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung	10	118,0
Aufsetzgeräusche (befestigt)	0,125	132,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	104,4

Tabelle 17: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer mit reduzierten Schlaggeräuschen

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf	360	94,2
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung (einmaliges Geräuscheignis)	0,125	122,0
Aufsetzgeräusche (reduziert)	0,125	120,0
Kein Kettenschlagen	-	-
Summe	360	97,0

4.1.4.2 Potenziale hinsichtlich lärmarmen Sammelfahrzeuge

Zuletzt werden drei Varianten untersucht, bei denen für das Sammelfahrzeug von einer Lärminderung ausgegangen wird. Grundlage der Bewertungen ist die (bisher leiseste) Entleerung eines Unterflur-Altpapiercontainers (Tabelle 17). Betrachtet wird zum einen ein Fahrzeug ohne Leerlaufgeräusche (Tabelle 19), auch kombiniert mit einem um pauschal um 10 dB verminderten Geräusch bei Kranbetrieb (Tabelle 19). Zuletzt wird eine Kombination von jeweils 10 dB verminderten Geräuschen für Leerlauf und Kranbetrieb berechnet (Tabelle 20).

Tabelle 18: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer ohne Leerlaufgeräusche

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Kein Leerlauf	360	-
Kranbetrieb	60	99,4
Entleerung	0,500	122,0
Aufsetzgeräusche (sandig)	0,125	120,0
Kettenschlagen	0,250	113
Summe	360	96,2

Tabelle 19: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer ohne Leerlaufgeräusche und Kranbetrieb -10 dB

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Kein Leerlauf	360	-
Kranbetrieb (-10 dB)	60	89,4
Entleerung	0,500	122,0
Aufsetzgeräusche (sandig)	0,125	120,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	95,4

Tabelle 20: Maßnahmenbewertung - Papiercontainer Leerlaufgeräusche u. Kranbetrieb -10 dB

Ereignis	Dauer / s	Schallleistungspegel / dB(A)
Leerlauf (-10 dB)	360	89,4
Kranbetrieb (-10 dB)	60	89,4
Entleerung	0,500	122,0
Aufsetzgeräusche (sandig)	0,125	120,0
Kettenschlagen	0,250	113,0
Summe	360	95,7

4.1.4.3 Zusammenfassung zu Minderungspotenzialen

Insgesamt ergeben sich aus den Berechnungen die in Tabelle 21 und Tabelle 22 dargestellten Pegeldifferenzen für den Gesamtvorgang einer Containerleerung. Es zeigt sich deutlich, dass teilweise erhebliche Minderungswirkungen von rund 3 dB ermittelt werden können.

Für die Verdichtung von Altpapier im Sammelbehälter zeigen die Ansätze möglicher Geräuschemissionen, dass selbst bei 5 dB höherem Leerlaufgeräusch des Sammelfahrzeugs ein vergleichbarer Pegel erreicht wird wie bei längerer Kranlaufzeit und zusätzlichen Anschlaggeräuschen zwischen Depotcontainer und Sammelbehälter. Da aus den Beobachtungen die Geräusche der Presse nur zu einer geringen Erhöhung der Leerlaufgeräusche führen (tendenziell ähnlich wie beim Betrieb des Hydraulikaggregats während des Kranbetriebs) und dies zudem – anders als mögliche Anschlaggeräusche – eine gleichmäßige Geräuschemission ohne Pegelspitzen darstellt, ist diese Variante zusätzlich aus akustischer Sicht zu bevorzugen.

Eher zu vernachlässigen bei den Mittelungspegeln ist eine längere Kranlaufzeit. Bei einer längeren Gesamtdauer der Abholung kann dies jedoch zu einer längeren Stördauer und somit Belästigung führen.

Vorteilhaft sind nach den Messungen und Berechnungen weichere Böden. Diese führen bei den Altpapiercontainern ohne weitere Maßnahmen bereits zu einer guten Pegelminderung. Insbesondere bei der Altpapierentsorgung können damit wirksam auch Pegelspitzen minimiert werden.

Tabelle 21: Maßnahmenzusammenfassung – Containerleerung

Prüfobjekt	Konfiguration	Schallleistungspegel / dB(A)	Differenz / dB(A)
Glascontainer	mit Standardwerten	109,0	-
	auf weichem Boden	108,7	-0,3
	mit Abschirmung durch Sammelbehälter	104,4	-4,6
Papiercontainer	mit Standardwerten	100,8	-
	auf weichem Boden	98,3	-2,5
	mit dreifacher Kranzeit	101,7	+0,9
	mit dreifacher Kranzeit und zus. Schlaggeräusche	102,0	+1,2
	mit 5 dB Pegelzunahme durch Presse	101,8	+1,0
	mit reduzierten Schlaggeräuschen	97,0	-3,8

Tabelle 22: Maßnahmenzusammenfassung – Emissionsgemindertes Fahrzeug

Prüfobjekt	Konfiguration	Schallleistungspegel / dB(A)	Differenz / dB(A)
Papiercontainer (exemplarisch) mit emissionsgemindertem Fahrzeug	mit reduzierten Schlaggeräuschen	97,0	-
	... Leerlaufgeräusche und Kranbetrieb -10 dB	95,7	-1,3
	... ohne Leerlaufgeräusche	96,2	-0,8
	... ohne Leerlaufgeräusche, Kranbetrieb -10 dB	94,5	-2,5

4.1.5 Zusammenfassung und Bewertung der Maßnahmen

Insgesamt ergeben sich vielfältige Maßnahmen sowohl bei der Organisation, dem Betrieb, dem Verhalten, der Planung sowie in jedem Fall auch technische Maßnahmen am Fahrzeug und den Containern. Die Bewertung in Tabelle 23 fasst die Maßnahmen sowie das Minderungspotential zusammen. Da sich die Wirkung jeweils auf spezifische Aspekte der Geräuschemissionen beziehen, ist diese nicht einheitlich als „Wirkung auf den Schallleistungspegel“ zu kennzeichnen. Für einige Vorgänge im Zusammenhang mit den Entleerungsvorgängen wird Bezug genommen auf die Wirkung des gesamten Entleerungsvorgangs, wie im vorherigen Kapitel 4.1.4 ermittelt.

Es erfolgt zudem eine Bewertung der Maßnahmen nach Wirkgröße, Aufwand und Nutzen. Es handelt sich hierbei jeweils um eine Abschätzung. Für eine hohe Wirkung wird eine Pegelminderung um mindestens 3 dB für den Mittelungspegel oder 10 dB für ein Maximalpegelereignis angesetzt. Niedrige Wirkungen liegen bei unter 1 dB. Kosten und Aufwand hängen oft vom Einzelfall ab. Bei rechtzeitiger Berücksichtigung (z.B. bei der notwendigen Neubeschaffung oder erstmaligen Planung von Standorten) liegen die Kosten in der Regel deutlich niedriger als bei einer Ersatzbeschaffung allein aus Gründen des Lärmschutzes.

Es wird empfohlen, sich insbesondere auf jene Lärminderungsmaßnahmen zu fokussieren, die entweder eine hohe Wirkung entfalten oder einen geringen Aufwand verursachen und geringe Kosten aufweisen. Maßnahmen mit hohem Aufwand oder hohen Kosten sollten jedoch weiterhin bei stark konfliktträchtigen Abfallsammelplätzen in Erwägung gezogen werden.

Tabelle 23: Maßnahmenbewertung

Maßnahme	Mögliche Minderungswirkung	Wirkung	Aufwand/Kosten
Maßnahmen bei Planung und Beschaffung (vornehmlich einmaliger Aufwand/Kosten)			
Standortfindung	-	Hoch	(Einzelfall)
Anordnung optimieren	-	Niedrig	Niedrig
Abschirmungen	-	Mittel	Hoch
Reduzierung Aufsetzgeräusche (sandige / befestigte Böden)	-12 dB Maximalpegel Absetzen bis -3 dB Mittel Leerung (Altpapier)	Hoch	(Einzelfall)
Reduzierung Anschlaggeräusche beim Absetzen durch Abstände zw. Containern	-12 dB Maximalpegel Absetzen bis -3 dB Mittel Leerung (Altpapier)	Hoch	Niedrig
Containerbauart (Unterflur statt Oberflur)	Abhängig von der Bauart; Vorteile bei Lärminderung	(Einzelfall)	(Einzelfall)
Lärminderungsmaßnahmen am Container (Oberflur)	-5 dB auf Maximalpegel Einwurfvorgang	Mittel	(Einzelfall)
Lärminderungsmaßnahmen am Einwurf (Unterflur)	bis -15 dB auf Maximalpegel Einwurfvorgang (leer)	Hoch	(Einzelfall)
Reduzierung der Leerlaufgeräusche	Nahezu vollständig geräuschlos mögl.: -1 dB bei Elektrifizierung/Start-Stopp	Niedrig	Niedrig
Reduzierung der Geräusche bei Hebevorgängen (Leerlauf und Hydraulik)	Abhängig von der einges. Technik: -1 dB bei -10 dB f. Hydraulikaggregate, -3 dB bei zus. Elektrifiz. /Start-Stopp auf Mittelungspegel Leerung Altpapier	Niedrig bis Mittel	(Einzelfall)
Maßnahmen bei Betrieb (wiederkehrender Aufwand/Kosten)			
Guter Wartungszustand (Altpapiereinwurf: Klappen)	rund 5 dB auf Schlaggeräusche (Maximalpegel)	Mittel	Niedrig-Mittel
Personalschulung	~40 dB Varianz bei Absetzgeräuschen, kürzere Arbeitszyklen, Minderung bei geringerer Abwurfhöhe Altglas mögl.	Mittel	Niedrig-Mittel
Seltenere Leerung (größere Behälter)	Seltenere Lärmereignisse Abholung (ggf. Lärmzunahme Leerung Altglas!)	(seltener)	Niedrig-Mittel
Häufigere Leerung Altglas (niedrigerer Ziel-Füllstand)	Geringere Geräuschentwicklung der Leerung bei geringerem Füllstand: -2 dB bei halber Glasmenge	Mittel	Mittel-Hoch
Leerung nicht in lärmsensiblen Zeiten	Leerung nicht in den Randstunden (7-8 Uhr, 19-20 Uhr, nicht mittägliche RZ)	(Störpotenzial)	Niedrig
Optimierung der Routenplanung	Abschirmung durch Sammelbehälter: bis -5 dB Mittel bei Leerung (Altglas)	Hoch	Niedrig-Mittel
Beschränken Einwurfzeiten (z.B. 8-19 Uhr statt 7-20 Uhr)	Bessere Einhaltung der relevanten Randschutzzeiten 6-7 Uhr u. 20-21 Uhr	(Störpotenzial)	Niedrig
Kontrolle der Einwurfzeiten	Bessere Einhaltung der Schutzzeiten	(Störpotenzial)	Hoch

4.2 Akteursbezogene Handlungsempfehlungen

In den vorangegangenen Abschnitten sind die emissionsseitigen Parameter für Abfallsammelplätze und Ansätze für die schalloptimierte Planung sowie den leisen Betrieb genannt worden. Dabei liegen die Steuerungsmöglichkeiten für eine Umsetzung von Lärminderungsmaßnahmen in einem erweiterten Akteurskreis. Aus diesem Grund werden die Handlungsempfehlungen und Hinweise für schalloptimierte und verträgliche Sammelstandorte nachfolgend für die jeweiligen Akteure spezifisch adressiert.

Vorangestellt sei an dieser Stelle die Bemerkung, dass nicht außer Acht gelassen werden darf, dass bei jeglicher Anstrengung zur Vermeidung und Reduzierung von Geräuschen an Wertstoffsammelstellen die Sammlung einen Nutzungszweck zu erfüllen hat, der nahezu immer mit Geräuschen verbunden ist. Gleichwohl können die nachfolgend genannten Akteursgruppen jeweils einen positiven Teilbeitrag leisten.

4.2.1 Anwohnende

Anwohnende in Nachbarschaft zu Abfallsammelplätzen sind zumeist durch die negativen Auswirkungen des Lärms betroffen. Gleichzeitig sind Anwohnende auch vor Ort Nutzende und auf das Entsorgungsangebot angewiesen. Um auf schalltechnische Konfliktlagen mit Minderungsmaßnahmen zu reagieren, besteht in der Regel vor Ort kein direkter Einfluss. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass zumeist der Rechtsweg zur Problembehebung eingeschlagen wird.

Im Rahmen einer rechtlichen Auseinandersetzung wird jedoch keine unmittelbare Lärminderung erzielt. Aus diesem Grund wird empfohlen, dass im Falle einer Konfliktlage oder befürchteten Konfliktsituationen im Rahmen von Neuplanungen von Seiten der Anwohnenden die direkte Ansprache an die zuständige Fachdienststelle (Gemeinde, Entsorgungsunternehmen) gewählt wird. Problemspezifisch sollte gemeinsam für den jeweiligen Standort im Gespräch erörtert werden, welche konkreten Maßnahmen oder Alternativplanungen bestehen könnten. Diese Gespräche haben den Vorteil, dass diese ein Format mit einem erhöhten Praxisbezug für standortspezifische Lösungswege darstellen.

4.2.2 Nutzende

Nutzenden Personen verursachen zumeist beim Einwurf von Wertstoffen relevante Geräusche am Sammelstandort. Eine vollständige Vermeidung der dabei entstehenden Geräusche ist nicht möglich, jedoch kann über Maßnahmen darauf hingewirkt werden, dass eine Sensibilisierung für die Problemlage erfolgt. Dabei ist auf die Rücksicht auf die Umgebung hinzuweisen, zumal bei einem wohnortnahen Entsorgungsangebot die Nutzenden auch Anwohnende sind.

Es werden folgende Empfehlungen und Hinweise gegeben:

- Grundsätzlich sollte gut sichtbar an der jeweiligen Sammelstelle auf die Nutzungszeiten für den Einwurf hingewiesen werden.
- An Standorten mit einer Wohnnachbarschaft ist der zusätzliche Hinweis (z.B. auf Schildern, an den Containern) auf eine Rücksichtnahme auf die Anliegenden sinnvoll. Ein möglicher Hinweis könnte sein:
„Hier wohnen Menschen. Bitte stellen Sie den Motor während der Entsorgung ab und schließen sie die Fahrzeugtüren möglichst leise!“

- ▶ Eine Informations- und Aufklärungskampagne zum Thema „Lärm an Sammelstellen“ kann einen Beitrag zur öffentlichen Bewusstseinsbildung leisten. So können beispielsweise auffällige Aufkleber auf das Thema aufmerksam machen.
- ▶ Zudem sollte ein Kontakt benannt werden (z.B. auf den Containern etwa auch durch QR-Code), der die Verbindung zum öffentlichen Beschwerdemanagement der Kommune in Bezug auf die Sammelplätze herstellt, um auch bei schalltechnischen Konflikten eine Problemlösung anbieten zu können.

4.2.3 Entsorgungsunternehmen

Die Betreiberseite unterliegt grundsätzlich den Anforderungspflichten des § 22 BImSchG. Demnach sind die Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen grundsätzlich verhindert und unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Den Anforderungsrahmen stellt dabei der Stand der Technik dar. Dieser ist sowohl auf die Entsorgungsprozesse als auch auf die technischen Details am jeweiligen Standort anzuwenden. Aus diesem Grund besteht betriebs- und planungsseitig eine umfassende Steuerungsmöglichkeit für Lärminderungsmaßnahmen.

Folgende Empfehlungen und Hinweise werden gegeben:

- ▶ Auch Container unterliegen Abnutzungseinflüssen (etwa durch Witterung und Nutzung). Es empfehlen sich daher regelmäßige Sichtprüfungen und Wartungen. Das Augenmerk sollte hierbei auf den Verschleißteilen liegen, wie zum Beispiel der Gummierung von Einwurfföffnungen und Stoßkanten sowie der Verschlussmechanik der Einwurf- und Bodenöffnungsklappen.
- ▶ Die Entleerungslogistik ist so zu gestalten, dass Leer- und Teilleerfahrten vermieden werden. Zudem sollte die Routenplanung dahingehend optimiert werden, dass die Entleerung in den Wohngebieten nicht in den frühen Morgenstunden etwa vor 7:00 Uhr erfolgt. Bei hohem Konfliktpotenzial könnte man sich an den strengeren Vorgaben von § 7 der 32. BImSchV orientieren: Werktags 9:00 Uhr bis 13:00 Uhr sowie 15:00 Uhr bis 17:00 Uhr.
- ▶ Das Personal, welches die Entleerungsvorgänge an den Wertstoffsammelstellen durchführt, sollte regelmäßig auf die Erforderlichkeit eines lärmarmen Handlings in regelmäßigen Schulungen hingewiesen werden. Relevante Sachpunkte sind unter anderem das Vermeiden von unnötigen Schlaggeräuschen beim Absetzen der Container, die Begrenzung von Fallhöhen der Wertstoffe in den Lkw-Sammelcontainer und das Untersagen von Pressvorgängen der Wertstoffe auf dem Lkw etwa mittels „Stampfen“ mit dem entleerten Container.
- ▶ Grundsätzlich empfiehlt sich der Einsatz einer modernen und leisen Entsorgungsfahrzeugflotte, die reduzierte Motorengeräusche im Leerlauf bzw. im Stand ermöglichen. Weiterhin weisen Lkw mit integrierten Presssystemen ein erhöhtes Fassungsvermögen auf und vermeiden damit unnötige Fahrten sowie missbräuchliche Pressvorgänge.

4.2.4 Ausschreibungs- und Beschaffungsstellen

In zielgerichteten Einkaufs- und Vergabeverfahren liegen die Stellschrauben für den Praxiseinsatz von leisen Produkten und innovativen Systemen. Das Beschaffungswesen von

öffentlicher Verwaltung und Entsorgungsbetrieben hat deshalb eine zentrale Steuerungsfunktion bei der Ermöglichung lärmoptimierter Containerstandorte.

Folgende Empfehlungen und Hinweise werden gegeben:

- ▶ In Ausschreibungs- und Vergabeverfahren sollten die Zuschlagskriterien nicht auf die Anschaffungskosten allein beschränkt werden. Qualitative Vergabekriterien, hierzu gehören insbesondere Aspekte des Schutzes vor Lärm, sollten mitentscheidend in die Wertung eingehen.
- ▶ Die schalltechnischen Mindestanforderungen an Produkte sind in Abhängigkeit von ihrer Einsatzumgebung im Rahmen des Beschaffungswesens klar zu definieren. An lärmsensiblen Standorten kann der Einsatz von lärmoptimierten Produkten oberhalb der Mindestanforderungen sinnvoll oder sogar erforderlich sein.
- ▶ Die Vergabekriterien für das Umweltzeichen „Lärmarme Altglas-Container für lärmempfindliche Bereiche“ (DE-UZ 21; Blauer Engel) bieten für Altglascontainer eine erste Orientierung bei der Beschaffung lärmgeminderter Produkte. Nach dem „Blauen Engel“ sind die Geräuschemissionen jedoch nur für zwei Jahre vom herstellenden Unternehmen zu garantieren. Eine Ausweitung der Anforderungen auf den Zeitraum nach zwei Jahren müsste auf die Entsorgungsunternehmen geschehen.

4.2.5 Herstellende Industrie

Das Produktangebot von Containertechnik ist in Bezug auf die Schallemission auf die bestehenden Anforderungen (u.a. DE-UZ 21; Blauer Engel) optimiert. Dies haben auch die Gespräche mit Herstellenden bestätigt. In Abschnitt 2.4.3.6 und Abschnitt 4.1.3 konnte aufgezeigt werden, dass es weitergehende technische Möglichkeiten zur Geräuschoptimierung der Container- und Entsorgungstechnik gibt.

Daraus abgeleitet werden folgende Empfehlungen und Hinweise gegeben:

- ▶ Unabhängig von einer direkten marktseitigen Nachfrage sollten weitergehende technische Optimierungen an der Container- und Entsorgungstechnik entwickelt werden.
- ▶ Geräuscharme Produkte, die über bestehende Mindestanforderungen hinausgehen, sollten mit dem erhöhten Mehrwert vermarktet werden („Benchmark definieren“).
- ▶ Statt wie bisher die Einhaltung der Mindestanforderung bei der Vermarktung auszuweisen, wäre es vorteilhaft, wenn der tatsächliche Schallleistungspegel des Produkts genannt wird.

4.2.6 Nationale Politik und Verwaltung

Das Umweltzeichen „Lärmarme Altglas-Container für lärmempfindliche Bereiche“ (DE-UZ 21; Blauer Engel) hat einen prägenden Einfluss für die Aufstellung von Altglascontainern in Deutschland. Die dort definierten akustischen Mindestanforderungen sind eine deutliche Stellgröße für Geräusche an Abfallsammelplätzen mit nationaler Tragweite. Vor diesem Hintergrund besteht die Möglichkeit, den nationalen Standard zu definieren und damit umweltpolitische Interessen durchzusetzen.

Daraus abgeleitet werden folgende Empfehlungen und Hinweise gegeben:

- ▶ Das Umweltzeichen sollte für alle Arten von Containern, unabhängig vom Wertstoff, definiert werden. Auch Altpapiercontainer können z.B. durch Klappenschlagen sehr hohe

Geräuschspitzen hervorrufen. Neben dem bisherigen Schallleistungspegel könnte eine Anforderung an Geräuschspitzen im Einzelnen ergänzt werden.

- ▶ Das Umweltzeichen sollte hinsichtlich seiner Mindestanforderungen als Abbildung des „Standes der Lärminderungstechnik“ verschärft werden. Eine Reduzierung von 3 dB könnten bereits heute viele verfügbare Systeme einhalten. Mit Minderungsmaßnahmen in den Containern können höhere Anforderungen erreicht werden, die mit einer zweiten, schärferen Anforderung für den Einsatz in lärmsensiblen Gebieten abgebildet werden könnten.
- ▶ Die akustischen Mindestanforderungen an die ausgezeichneten Produkte sind über die bisherigen zwei Jahre hinaus erweitert werden. Die Anforderungen sollten in Abhängigkeit vom Wartungszustand überprüft werden. Sofern eine Verschlechterung durch Verschleiß zu erwarten ist, sind Mindestanforderungen an Zustand und Wartung zu definieren. Ersatzteile sollten dauerhaft verfügbar sein.

4.2.7 Lokale Politik und Verwaltung

Bei der Planung von Sammelplätzen bestehen einige Handlungsoptionen, die Lärmkonflikte vermeiden und einen lärmoptimierten Betrieb umsetzen helfen können. Der lokalen Politik und Verwaltung kommt dabei eine zentrale Steuerungsmöglichkeit zu, um frühzeitig im Aufstellungsprozess auf eine Geräuschoptimierung hinwirken zu können.

Folgende Empfehlungen und Hinweise werden gegeben:

- ▶ Potentielle Standorte für die Wertstoffsammlung sind vor Beginn detaillierter Standortplanungen auf ihre schalltechnische Verträglichkeit zu prüfen.
- ▶ Standorte in direkter Wohnnachbarschaft sind besonders sensibel und deshalb mit akustischem Sachverstand zu beurteilen. Dabei sind auch räumliche Mindestabstände zur schutzbedürftigen Nachbarschaft im Grundsatz zu beachten.
- ▶ Die Dimensionierung der Anlagen ist vor allem mit Blick auf die Anzahl der Container auf die Erfordernisse des räumlichen Umfelds im Einzelfall abzustimmen.
- ▶ Die Sammlung von Altglas ist lauter als die von anderen Wertstoffen. An lärmsensiblen Standorten sollte deshalb auch die Alternative, hier ausschließlich leisere Wertstoffe (Altpapier, Verpackungen, Kleider) zu sammeln, geprüft werden.
- ▶ Unterflursysteme sind hinsichtlich des Einwurfs von Altglas leiser als oberirdische Depotcontainer.
- ▶ Die straßen- und grundstücksseitige Erschließung an bzw. auf der Anlage sollte so gestaltet sein, dass die Lkw (und auch die Pkw) keine aufwändigen Rangiermanöver für den Entsorgungsvorgang durchführen müssen.
- ▶ Die Einfassung eines Sammelplatzes mit Wänden oder Wällen kann eine spürbare lärmindernde Wirkung für die Nachbarschaft entfalten. Eine solche Maßnahme ist jedoch immer auch auf ihre städtebauliche Verträglichkeit zu prüfen.
- ▶ Bei Neu- und Umplanungen von Standorten sind die Anwohnenden frühzeitig in den Planungsprozess zu informieren und zu beteiligen.

5 Fazit und Ausblick

Durch die öffentliche Sammlung von recyclingfähigem Material in Städten wird ein wichtiger Beitrag zur ressourceneffizienten, nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise geleistet. Das wohnortnahe Sammlungsangebot für die Wertstoffe Altpapier und Altglas kann hinsichtlich der entstehenden Geräuschemissionen negative Auswirkungen auf die Umwelt verursachen. An die Planung und den Betrieb dieser ortsfesten Anlagen bestehen über ordnungsrechtliche, bauplanungsrechtliche und immissionsschutzrechtliche Regelung beschränkende Anforderungen.

Demensprechend wird klar geregelt, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG von diesen Anlagen ausgehen sollen. Für die Beurteilung der Geräuschintensität auf die Umgebung ist der anlagenbezogene Einzelfall entscheidend, nach derer sich bemisst, ob die entstehenden Immissionen die Grenze der Zumutbarkeit einhalten. Die erforderliche Abwägung gilt für die Planung und den Betrieb. Dem Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme und den Betreiberpflichten (gemäß § 22 BImSchG) in Bezug auf die Einhaltung des Stands der Technik und einer Vermeidung von Geräuschen kommt dabei eine hohe Bedeutung zu.

Unter Beachtung der Definition des Stands der Technik in § 3 Abs. 6 BImSchG, sind insbesondere fortschrittliche Verfahren und Einrichtungen bzw. Betriebsweisen zur praxisbezogenen Emissionsvermeidung relevant. Den einheitlichen Stand der Technik in Bezug auf öffentliche Sammelplätze für recyclebare Materialien gibt es nicht. Jedoch fällt auf, dass sich rechtliche und umweltpolitische Anforderungen zumeist auf Altglascontainer fokussieren.

Unstrittig ist, dass die Entsorgung des Wertstoffs Glas den lautesten Vorgang darstellt. Dies gilt sowohl für den Einwurfvorgang als auch für die Überführung in Sammelfahrzeuge. Gleichwohl lässt sich die relevante Geräuschkulisse an öffentlichen Sammelplätzen nicht auf Altglas reduzieren. Für die ganzheitliche Beurteilung der Betriebsgeräusche sind die verschiedenen Teilkomponenten relevant.

Um wirksame Maßnahmen zur Lärminderung zu konzipieren, sind die jeweiligen Pegelbeiträge am konkreten Standort nachzuvollziehen. Hierbei besteht bei den geräuschrelevanten Vorgängen eine direkte Abhängigkeit unter anderem in Bezug auf den konkreten Wertstoff, das Containersystem, die Anzahl der Container, den Wartungszustand der Anlage, die Art der gewerblichen Abholung, die Intensität der Anlagennutzung und ggf. bereits umgesetzte Lärminderungstechniken.

Die festgestellten Unterschiede in den Schallemissionen der Altglascontainer (siehe Abbildung 2 in Abschnitt 2.3 sowie Abbildung 27 in Abschnitt 3.4) verdeutlicht anschaulich die Dimension der Einflussfaktoren, um wirksame Minderungsansätze umzusetzen. Zwischen neueren Containersystemen für Altglas liegen Abweichungen im Schallleistungspegel von rund 10-15 dB vor. Auch die erhobenen Messergebnisse belegen deutliche Unterschiede. Die Pegelunterschiede für einen ansonsten identischen Unterflurcontainer liegen bei unterschiedlichen Einwurfschächten bei 15 dB für den Schallleistungspegel und 14 dB für den Maximalpegel bei leerem Container. Für die umgesetzten Schallschutzmaßnahmen an den Containern lässt sich die pegelmindernde Wirkung bestätigen. Des Weiteren verringert ein naturbelassener Untergrund gegenüber einem befestigten Untergrund die maximale Geräuschspitze beim Absetzen von Oberflurcontainern um rund 10 dB.

Demnach kann festgehalten werden, dass jede Anlage einzelfallbezogen zu beurteilen und in Bezug auf die standortbezogene Zulässigkeit zu prüfen ist, um ausreichende Abstände zu schutzbedürftiger Bebauung - zum Beispiel in Wohngebieten - einzuhalten. Die Mindestabstände könnten sich zum Beispiel in Anlehnung an die Anforderungen der TA Lärm ergeben. Der auf

den Tag gemittelte Geräuschpegel hängt nicht nur von der Containerbauart, sondern auch sehr stark von der Nutzungshäufigkeit und der Anzahl der Container ab, und ist somit nicht allgemein zu bestimmen. Insbesondere bei Altglascontainern können jedoch die Einwürfe selbst mit hohen Geräuschspitzen verbunden sein, die wesentlich zur Geräuschbelastung beitragen.

Die Anlagenplanung unter Berücksichtigung von verbindlich pauschalisierten Mindestabständen ist daher gegenüber den Gebietskategorien der BauNVO nicht möglich. Räumliche Mindestabstände können lediglich als orientierungsgebender Anhaltwert angewandt werden, wenn zum Beispiel der Glaseinwurf als kurzzeitige Geräuschspitze in Ansatz gebracht wird. Aufgrund der Vielzahl an geräuschrelevanten Einflussfaktoren auf die für den Gesamttag zu betrachtende Geräuschemission sind die bestehenden Steuerungsmechanismen für den geräuscharmen Betrieb auf die jeweilige Anlage auch mehrdimensional. Die Untersuchung hat gezeigt, dass das vorhandene Lärminderungspotential noch nicht vollumfänglich ausgeschöpft ist.

Ergebnis

Im Rahmen des Projektes stellten sich zwei zentrale Fragen:

- *Wodurch entstehen an öffentlichen Sammelplätzen Geräuschemissionen?*
- *Welche Handlungsoptionen bestehen für die Lärminderung in Planung und Betrieb dieser Abfallsammelplätze und wie sind diese in der Praxis hinsichtlich ihrer akustischen Wirkung und der (kostenseitigen) Umsetzbarkeit zu werten?*

Es zeigt sich, dass an den öffentlichen Sammelplätzen die Entsorgung von Altglas und Altpapier Geräuschemissionen hervorrufen. Der Einwurf von Altglas in den Container sticht emissionsseitig heraus. Aufgrund von speziellen Containereigenschaften (schlechter Wartungszustand, Schließvorgänge von Metallklappen etc.), weiterhin auch durch Kfz-Verkehre, ist aber auch die Entsorgung von anderen Wertstoffen (u.a. Altpapier) mit relevanten Geräuschemissionen verbunden. Seltenerere Ereignisse stellen die Leerungen der Container dar. Diese führen für einen kürzeren Zeitraum zu teilweise sehr hohen Geräuschemissionen. Neben dem Fahrzeugleerlauf, Krangeräuschen und der eigentlichen Leerung – insbesondere bei Altglascontainern maßgeblich – führen häufige Pegelspitzen zu einer über die gesamte Abholung wiederholt andauernden, auch räumlich weitreichenden Lärmbelastung.

Handlungsoptionen bestehen für alle untersuchten Teilebenen (siehe Abschnitt 4). Neben planerischen und organisatorischen sind vor allem technische Maßnahmen geeignet, um die Geräuschemissionen und somit die Lärmbelastung in der Nähe von Abfallsammelplätzen zu vermindern. Neben diesen Maßnahmen kommt es darüber hinaus jedoch auch auf das Verhalten jeder einzelnen Person an. Sowohl Einwerfende als auch das Betriebspersonal bei der Abholung sind für ein lärmsensibles Verhalten verantwortlich.

Ausblick

Die Messergebnisse und die Maßnahmenübersicht zeigt eine Vielzahl von Ansatzpunkten für eine weitere Lärminderung. Durch gezielte Maßnahmen können vor allem Maximalpegel bei der Abholung vermieden werden.

Bei den Depotcontainern bestehen Möglichkeiten für eine weitere Lärminderung. Die Erhebungen zeigen, dass die (früher bereits erreichten) Potenziale auf industrieller Seite nicht (mehr) ausgereizt werden. Hier gilt es zu prüfen, inwiefern die Anforderungen, die das Umweltzeichen „Blauer Engel“ (RAL UZ 21) stellt, noch geeignet sind, einen „lärmarmen Altglas-Container“ (dauerhaft) auszuzeichnen. Eine Fachtagung mit Diskussion und Workshops zur

näheren Erörterung zwischen den relevanten Akteuren (siehe Abschnitt 4.2) könnte initiiierend im Sinne der dialogorientierten Problembehebung sein.

Ausblickend ist von weiterem Interesse, welche Minderungswirkung eine Verschärfung des bisherigen Umweltzeichens „Blauer Engel“ (RAL UZ 21) sowie auch eine Erweiterung auf andere Containersysteme und weitere Wertstoffe in Bezug auf öffentliche Sammelplätze hat. Hierbei sind insbesondere der als erforderlich erachtete Geltungsbereich des anzupassenden Umweltzeichens und die emissionsseitigen Anforderungen zu erörtern. In die Bewertung könnten auch wieder gezielt Aspekte wie maximale Geräuschspitzen bei ungünstigen Einwürfen aber auch akustische Aspekte bei der Leerung mit eingehen.

6 Quellenverzeichnis

- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2007). *Parkplatzlärmstudie - Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen*, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 6. überarbeitete Auflage.
- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. (2004). *Schalltechnische Hinweise für die Aufstellung von Wertstoffcontainern (Wertstoffsammelstellen)*, Messdaten mit Stand Januar 1993.
- Bundesamt für Umwelt der Schweiz. (2012). *Beurteilung des Lärms von Glassammelstellen nach Anhang 6 LSV als Orientierungshilfe*. Von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/fachinformationen/laermmittlung-und--beurteilung/laermmittlung-und--beurteilung--uebrige-laermarten/laermmittlung-und--beurteilung--recyclingsammelstellen.html> abgerufen
- Bundesverwaltungsgericht, Beschluss vom 22.11.2010, BVerwG 7 B 58.10.
- Der Grüne Punkt. (22. 08 2024). Von <https://www.gruener-punkt.de/de/politik-gesellschaft/verbraucher/glasrecycling> abgerufen
- EMPA. (2011). *Messungen von Containerentleerung an der Sammelstelle St. Jakobstrasse in Zürich. Untersuchungsbericht EMPA-Nr. 456'052-2 im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) der Schweiz*.
- EMPA. (2012). *Lärmermittlung und Maßnahmen bei Recyclingsammelstellen. Untersuchungsbericht EMPA-Nr. 456'052 im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) der Schweiz*. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/laerm/externe-studien-berichte/laermmittlung_undmassnahmenbeirecyclingsammelstellen.pdf.download.pdf/laermmittlung_undmassnahmenbeirecyclingsammelstellen.pdf.
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. (2005). *Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten*. Wiesbaden.
- Kliesch, D., Wirtz, M., & Hübel, A. (2024). Ermittlung der Emissionsansätze für Lkw mit alternativen Antrieben. *DAGA 2024 Hannover*, 755-758.
- LÄRMKONTOR GmbH. (1993). *Lärmgeminderte Altglascontainer – Beschaffungs- und Aufstellungshinweise. Informationssystem Lärm (1. Auflage)*. Hamburg.
- LÄRMKONTOR GmbH. (1995). *Schutz vor Lärm – Verringerung vermeidbarer Lärmbelästigung durch lärmgeminderte Altglascontainer. Informationssystem Lärm (2. Auflage)*. Hamburg.
- LÄRMKONTOR GmbH. (1997). *Schutz vor Lärm – Rechtsgrundlagen für das Aufstellen und Betreiben von Altglascontainern*. Hamburg.
- Mosdzianowski, G. (1995). Geräuscentwicklung von Altglascontainern. *Aufstellungshinweise für lärmgeminderte Altglascontainer* (S. 3-14). Hamburg: LÄRMKONTOR GmbH.
- RAL gGmbH. (2011). *Blauer Engel – Das Umweltzeichen, Lärmarme Altglas-Container für lärmempfindliche Bereiche (DE-UZ 21, Ausgabe Januar 2011, Version 3)*.

<https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%2021-201101-de%20Kriterien-2019-01-22.pdf>.

Statistisches Bundesamt (destatis). (2024). *Statistischer Bericht - Abfallbilanz 2022 - EVAS-Nummer 32171*.

Umweltbundesamt. (2020). *Leitsätze einer Kreislaufwirtschaft*.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020_04_27_leitlinie_kreislaufwirtschaft_bf.pdf.

Verband kommunaler Unternehmen e.V. (2020). *Unterflursysteme II - Eine innovative Art der Hausmüllerrfassung - Information 101*.

A Anhang: Untersuchte Containersysteme

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden beispielhafte Messungen zu Benutzungs- und Entsorgungsvorgängen an unterschiedlichen Containersystemen durchgeführt.

In den folgenden Tabellen sind die unterschiedlichen Depotcontainer dargestellt und beschrieben.

Tabelle 24: Altglascontainer Typ 1 – Oberflursystem

Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – oberirdischer Altglascontainer – 3 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,75 m – eine Einwurföffnung mit Gummilamellen geschlossen – schallgedämmt ausgekleidet – ausgewiesener $L_{WA,SEL} = 89 \text{ dB(A)}$

Tabelle 25: Altglascontainer Typ 2 – Oberflursystem


Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – oberirdischer Altglascontainer – 3,2 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,45 m – mit Stab- oder Kettenaufhängung – zwei unterschiedliche Einwurföffnungen: <ul style="list-style-type: none"> ○ rund und offen ○ eckig, beschichtete Auflage und Gummiklappe

Tabelle 26: Altglascontainer Typ 3 – Unterflursystem

Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – unterirdischer Altglascontainer – 5 m³ Volumen – Containerhöhe: 1 m – eine Einwurfföffnung mit Kunststoffklappe

Tabelle 27: Altglascontainer Typ 4.1 – Unterflursystem


Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – unterirdischer Altglascontainer – 5 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,15 m – eine Einwurfföffnung mit Gummiklappe

Tabelle 28: Altglascontainer Typ 4.2 – Unterflursystem


Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – unterirdischer Altglascontainer – 5 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,15 m – zwei Einwurföffnungen, innen mit Teppich ausgekleidet

Tabelle 29: Altglascontainer Typ 5 – Oberflursystem

Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – oberirdischer Altglascontainer aus Kunststoff – 2 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,55 m – zwei Einwurföffnungen

Tabelle 30: Papiercontainer Typ 1 – Oberflursystem

Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – oberirdischer Papiercontainer – 3,2 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,45 m – mit Ketten- oder Stabaufhängung – Zwei unterschiedliche Einwurföffnungen <ul style="list-style-type: none"> ○ große Öffnung mit komplett gummierter Klappe ○ rechteckiger offener Einwurfschlitz

Tabelle 31: Papiercontainer Typ 2 – Oberflursystem

Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – oberirdischer Papiercontainer – 3,2 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,65 m – Container teilt/öffnet sich mittig bei der Entleerung – zwei rechteckige Einwurföffnungen mit Metallklappe und zwei Guminoppen

Tabelle 32: Papiercontainer Typ 3 – Unterflursystem

Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – unterirdischer Papiercontainer – sechseckiger Container mit einem Volumen von 3,2 m³ – Einwurf über zwei Müllbehälter – Tonnenhöhe: 1,15 m

Tabelle 33: Papiercontainer Typ 4 – Unterflursystem



Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – unterirdischer Papiercontainer – 5 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,15 m – eine Einwurfoffnung

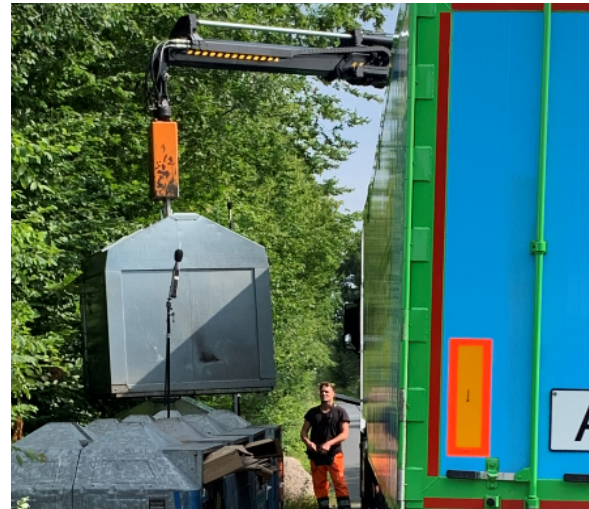
Tabelle 34: Papiercontainer Typ 5 – Oberflursystem

Darstellung des Containersystems	Beschreibung
 <p>Quelle: LÄRMKONTOR GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> – oberirdischer Papiercontainer – 3,2 m³ Volumen – Containerhöhe: 1,4 m – zwei offene rechteckige Einwurfoffnungen – untere Hälfte der Container teilt/öffnet sich mittig bei der Entleerung

B Anhang: Messprotokolle

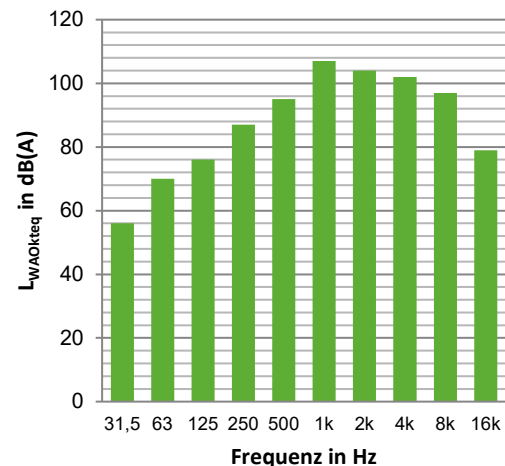
B.1 Messprotokoll Nr. 1: Entleerung Glascontainer (Typ 1)

Entleerung von einem Glascontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem ebenerdigen Depotcontainer für Altglas mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Oberflursystem
Abmessung: H x B x T	1,74 m x 1,2 m x 1,6 m
Volumen:	3 m ³
Sonstiges:	2-Haken-Aufnahmesystem



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AF_{Teq}} - L_{AF_{eq}}$	8 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	2,5 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB
Schallleistung	
$L_{WA_{eq}}$	110 dB(A)
$L_{WA,1h}$	96 dB(A)
$L_{WAF_{max}}$	136 dB(A)
Frequenz in Hz	$L_{WAOk_{Teq}}$ in dB(A)
31,5	56
63	70
125	76
250	87
500	95
1k	107
2k	104
4k	102
8k	97
16k	79
Anmerkung:	
Gemittelt aus zwei Containerentleerungsvorgängen. Die Spitzenpegel werden durch die Glasentleerung in den Lkw verursacht.	



B.2 Messprotokoll Nr. 2: Entleerung Glascontainer (Typ 2)

Entleerung von einem Glascontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem ebenerdigen Depotcontainer für Altglas mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Oberflursystem
Abmessung: H x B x T	1,45 m x 1,5 m x 1,5 m
Volumen:	3,2 m³
Sonstiges:	Kettenaufhängung

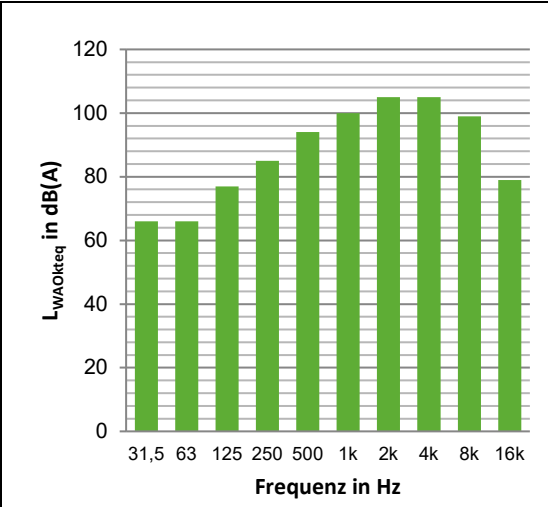


Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$	9 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	3 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB

Schalleistung	
L_{WAeq}	110 dB(A)
$L_{WA,1h}$	98 dB(A)
L_{WAFmax}	139 dB(A)

Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	66
63	66
125	77
250	85
500	94
1k	100
2k	105
4k	105
8k	99
16k	79



Anmerkung:	
Gemittelt aus drei Containerentleerungsvorgängen. Die Spitzenpegel werden durch die Glasentleerung in den Lkw verursacht.	

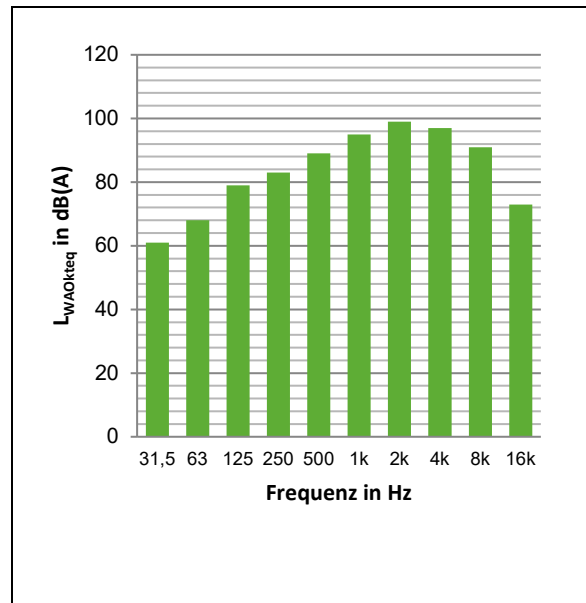
B.3 Messprotokoll Nr. 3: Entleerung Glascontainer (Typ 3)

Entleerung von einem Glascontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem Unterflurdepotcontainer für Altglas mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Unterflursystem
Abmessung: H x B x T	1 m x 0,64 m x 0,57 m
Volumen:	3 m ³
Sonstiges:	Stabaufrichtung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$	6 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	5 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB
Schallleistung	
L_{WAeq}	103 dB(A)
$L_{WA,1h}$	92 dB(A)
L_{WAFmax}	129 dB(A)
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	61
63	68
125	79
250	83
500	89
1k	95
2k	99
4k	97
8k	91
16k	73
Anmerkung:	
Der Spitzenpegel wird durch die Glasentleerung in den Lkw verursacht.	



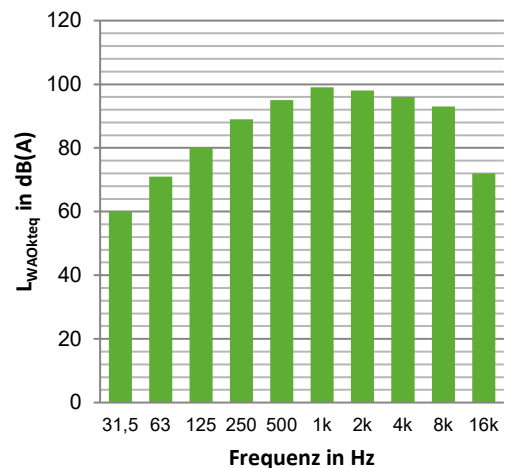
B.4 Messprotokoll Nr. 4: Entleerung Glascontainer (Typ 4)

Entleerung von einem Glascontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem Unterflurdepotcontainer für Altglas mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Unterflursystem
Höhe Container:	1,15 m
Volumen:	5 m ³
Sonstiges:	2-Haken-Aufnahmesystem




Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AF_{Teq}} - L_{AF_{eq}}$	8 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	4 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB
Schallleistung	
$L_{WA_{eq}}$	104 dB(A)
$L_{WA,1h}$	92 dB(A)
$L_{WAF_{max}}$	130 dB(A)
Frequenz in Hz	$L_{WAOk_{Teq}}$ in dB(A)
31,5	60
63	71
125	80
250	89
500	95
1k	99
2k	98
4k	96
8k	93
16k	72
Anmerkung:	
Gemittelt aus zwei Containerentleerungsvorgängen. Die Spitzenpegel werden durch die Glasentleerung in den Lkw verursacht.	



B.5 Messprotokoll Nr. 5: Entleerung Glascontainer (Typ 5)

Entleerung von einem Glascontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem Oberflurcontainer aus Kunststoff für Altglas mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Oberflursystem
Abmessung: H x D	1,55 m x 1,4 m
Volumen:	2 m³
Sonstiges:	Stabaufhängung

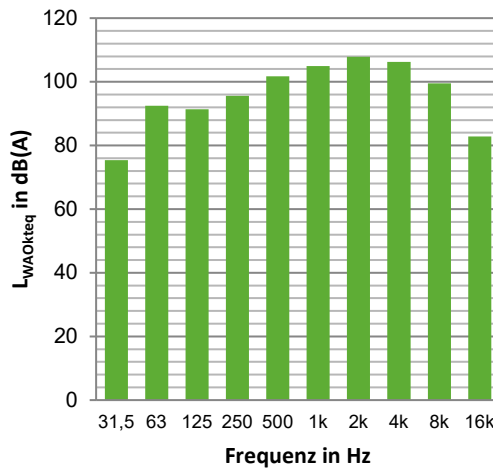


Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AF_{Teq}} - L_{AF_{eq}}$	7 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	3 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB

Schallleistung	
$L_{WA_{eq}}$	112 dB(A)
$L_{WA,1h}$	99 dB(A)
$L_{WAF_{max}}$	125 dB(A)


Frequenz in Hz	$L_{WA_{Ok_{teq}}}$ in dB(A)
31,5	75
63	92
125	91
250	96
500	102
1k	105
2k	108
4k	106
8k	100
16k	83



Anmerkung:	
Der Spitzenpegel wird durch die Glasentleerung in den Lkw verursacht.	

B.6 Messprotokoll Nr. 6: Entleerung Papiercontainer (Typ 1)

Entleerung von einem Papiercontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem ebenerdigen Depotcontainer für Altpapier mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Oberflursystem
Abmessung: H x B x T	1,45 m x 1,5 m x 1,5 m
Volumen:	3,2 m³
Sonstiges:	Kettenaufhängung

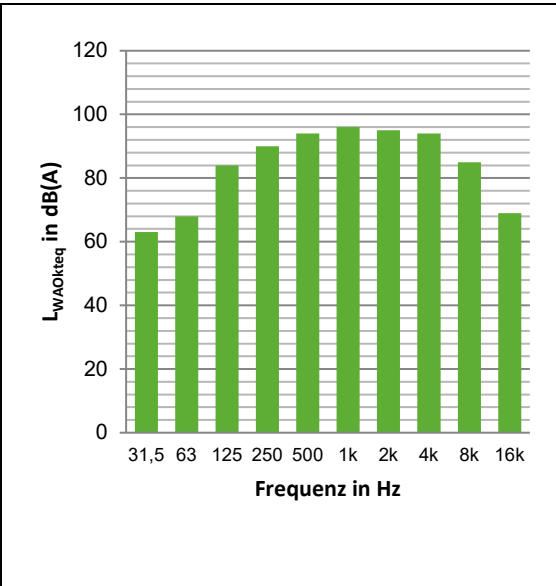


Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AF_{Teq}} - L_{AF_{eq}}$	6 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	3,5 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB

Schallleistung	
L_{WAeq}	101 dB(A)
$L_{WA,1h}$	90 dB(A)
L_{WAFmax}	123 dB(A)

Frequenz in Hz	$L_{WAOk_{teq}}$ in dB(A)
31,5	63
63	68
125	84
250	90
500	94
1k	96
2k	95
4k	94
8k	85
16k	69



Anmerkung:	
Gemittelt aus drei Containerentleerungsvorgängen. Der Spitzenpegel wird durch das Zuklappen der Lkw-Ladeflappe verursacht.	

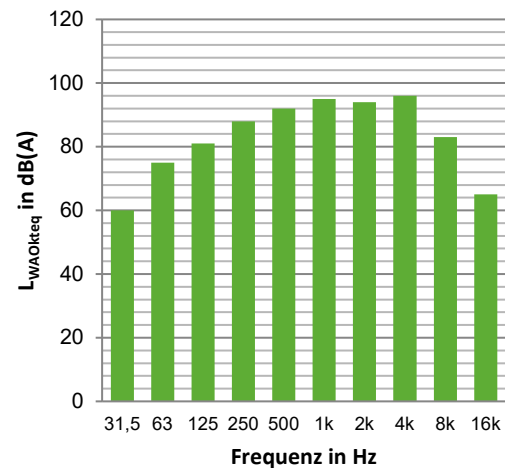
B.7 Messprotokoll Nr. 7: Entleerung Papiercontainer (Typ 2)

Entleerung von einem Papiercontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem ebenerdigen Depotcontainer für Altpapier mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Oberflursystem
Abmessung: H x B x T	1,65 m x 1,5 m x 1,5 m
Volumen:	3,2 m ³
Sonstiges:	2-Haken-Aufnahmesystem



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFeq} - L_{AFeq}$	10 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	2,5 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB
Schallleistung	
L_{WAeq}	101 dB(A)
$L_{WA,1h}$	91 dB(A)
L_{WAFmax}	132 dB(A)
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	60
63	75
125	81
250	88
500	92
1k	95
2k	94
4k	96
8k	83
16k	65
Anmerkung:	
Gemittelt aus sechs Containerentleerungsvorgängen. Die Spitzenpegel werden durch das Aufsetzen der Depotcontainer auf dem Boden verursacht.	



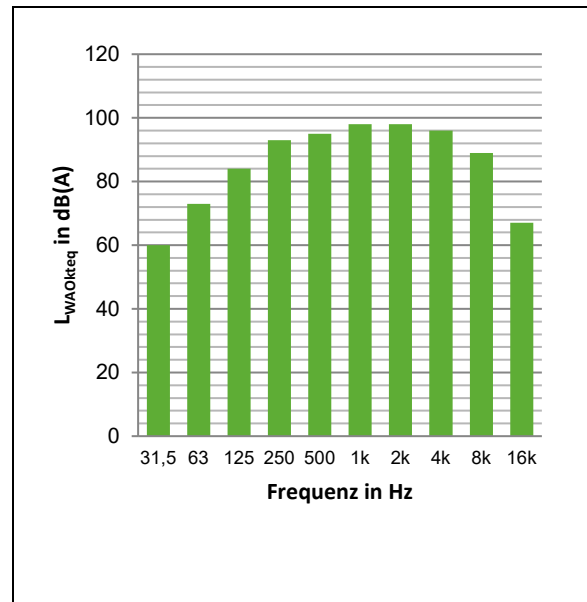
B.8 Messprotokoll Nr. 8: Entleerung Papiercontainer (Typ 2)

Entleerung von einem Papiercontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem ebenerdigen Depotcontainer für Altpapier mittels Lkw mit integrierter Presse und Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Oberflursystem
Abmessung: H x B x T	1,65 m x 1,5 m x 1,5 m
Volumen:	3,2 m ³
Sonstiges:	2-Haken-Aufnahmesystem



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$	4 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	3,5 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB
Schallleistung	
L_{WAeq}	104 dB(A)
$L_{WA,1h}$	92 dB(A)
L_{WAFmax}	120 dB(A)
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	60
63	73
125	84
250	93
500	95
1k	98
2k	98
4k	96
8k	89
16k	67
Anmerkung:	
Gemittelt aus zwei Containerentleerungsvorgängen. Die Spitzenpegel werden durch das Aufsetzen der Depotcontainer auf dem Boden verursacht.	



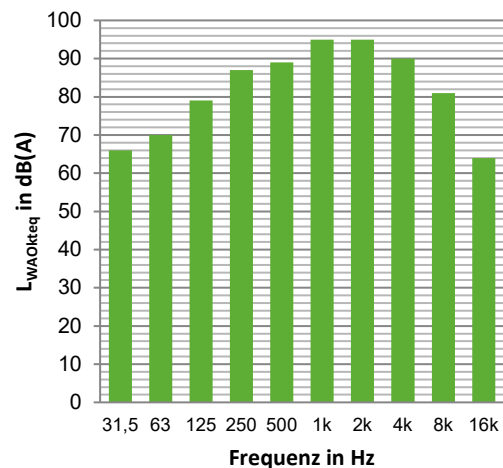
B.9 Messprotokoll Nr. 9: Entleerung Papiercontainer (Typ 3)

Entleerung von einem Papiercontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem Unterflurdepotcontainer für Altpapier mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Unterflursystem
Höhe Container:	1,65 m
Volumen:	3,2 m ³
Sonstiges:	2-Haken-Aufnahmesystem




Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$	4 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	3,5 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB
Schallleistung	
L_{WAeq}	99 dB(A)
$L_{WA,1h}$	87 dB(A)
L_{WAFmax}	120 dB(A)
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	66
63	70
125	79
250	87
500	89
1k	95
2k	95
4k	90
8k	81
16k	64
Anmerkung:	
Die Spitzenpegel werden durch die Containerplatzierung verursacht.	



B.10 Messprotokoll Nr. 10: Entleerung Papiercontainer (Typ 4)

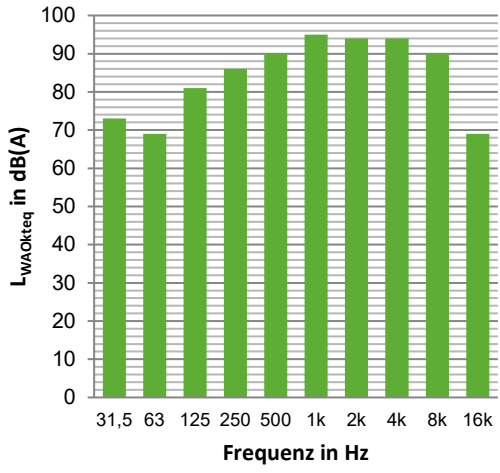
Entleerung von einem Papiercontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem Unterflurdepotcontainer für Altpapier mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Unterflursystem
Höhe Container:	1,15 m
Volumen:	5 m³
Sonstiges:	Stabauhängung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über drei Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$	8 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	6,5 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB

Schalleistung	
L_{WAeq}	100 dB(A)
$L_{WA,1h}$	90 dB(A)
L_{WAFmax}	126 dB(A)



Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	73
63	69
125	81
250	86
500	90
1k	95
2k	94
4k	94
8k	90
16k	69

Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	73
63	69
125	81
250	86
500	90
1k	95
2k	94
4k	94
8k	90
16k	69

Anmerkung:
Der Spitzenpegel wird durch das Öffnen der Lkw-Ladeabdeckung verursacht.

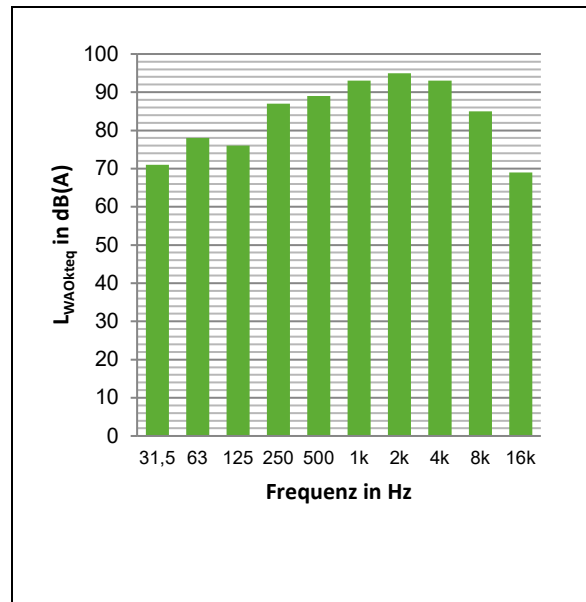
B.11 Messprotokoll Nr. 11: Entleerung Papiercontainer (Typ 5)

Entleerung von einem Papiercontainer	
Arbeitsvorgang:	
Entleerung von einem Oberflurdepotcontainer für Altpapier mittels Lkw mit integriertem Kran	
Containerdaten:	
Typ:	Oberflursystem
Höhe Container:	1,7 m
Volumen:	3 m ³
Sonstiges:	Stabauhängung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Geräuschemissionskennwerte	
Messverfahren:	
Bestimmung des akustischen Mittelpunktes über vier Messpositionen	
Mess- und Beurteilungsparameter:	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFeq} - L_{AFeq}$	5 dB
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung	-
Durchschnittliche Dauer für einen Arbeitsvorgang	4 min
Abschätzung der Ermittlungsunsicherheit	± 3 dB
Schallleistung	
L_{WAeq}	100 dB(A)
$L_{WA,1h}$	88 dB(A)
L_{WAFmax}	125 dB(A)
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)
31,5	71
63	78
125	76
250	87
500	89
1k	93
2k	95
4k	93
8k	85
16k	69



Anmerkung:
Der Spitzenpegel wird durch das Öffnen der Lkw-Ladeabdeckung verursacht.