

# Einsatz eines Kompaktbrunnens zur Verbesserung der Geräuschqualität im lärmbelasteten häuslichen Umfeld

Sabrina Skoda<sup>1</sup>, Jan Kiene<sup>1</sup>, Jörg Becker-Schweitzer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Sound and Vibration Engineering, Hochschule Düsseldorf, 40476 Düsseldorf  
E-Mail: sabrina.skoda@hs-duesseldorf.de

## Einleitung

Der Straßenverkehr gilt laut einer Studie des Umweltbundesamtes als größte Lärmquelle, von der sich mehr als 50% der deutschen Bevölkerung in ihrem häuslichen Umfeld gestört oder belastigt fühlen [1]. Selbst wenn gesetzliche Immissionsgrenzwerte eingehalten werden, kann die Geräuschsituation vom Anwohner bereits als belastend empfunden werden. Ist eine Lärmreduktion direkt an der Quelle nicht möglich, oder erzielen konventionelle Lärmschutzmaßnahmen nicht die gewünschte Wirkung, stellt sich die Frage, ob die akustische Situation für die Betroffenen mit anderen Mitteln verbessert werden kann.

In der Städteplanung ist der Einsatz von Wasserspielen und Springbrunnen ein etabliertes Mittel zur Aufwertung der Geräuschqualität von innerstädtischen Umgebungen mit hohem Straßenverkehrsaufkommen. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Wassergeräusche die empfundene Belästigung durch Straßenverkehrslärm reduzieren können und dass öffentliche Plätze mit Wasserspielen von Versuchspersonen in akustischer Hinsicht positiver bewertet werden als Orte mit reinem Straßenverkehrslärm [2,3]. Entscheidend ist dabei eine natürliche Klangcharakteristik des Wassers, die durch einen hellen Klang und zeitliche Variabilität geprägt ist [4].

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwiefern auch im privaten häuslichen Umfeld der Einsatz eines Wasserspiels zu einer Verbesserung der wahrgenommenen Geräuschqualität beitragen kann.

## Motivation

Die Ergebnisse einer Studie an der Hochschule Düsseldorf zeigten, dass der Einsatz eines akustisch optimierten Kompaktbrunnens in einem Innenhof mit Straßenverkehrslärm zu einer höheren Bewertung der Angenehmheit der Geräuschumgebung führte [5].

Die Klangeigenschaften des Kompaktbrunnens waren einem natürlichen Bachlauf nachempfunden, da diese Geräuschcharakteristik von Versuchsteilnehmern in Hörversuchen gegenüber dem Klang von Wasserfällen und Springbrunnen bevorzugt wurde [6]. Dazu wurde der Brunnen als Kaskadensystem mit begrenzter Wasserfallhöhe und sägezahnförmiger Kantengeometrie konstruiert [7].

Der Effekt des Brunnens war dabei nicht auf eine Maskierung des Straßenverkehrslärms zurückzuführen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass das Wassergeräusch den Aufmerksamkeitsfokus der Probanden vom Straßenverkehrslärm ablenkte und durch Assoziationen mit natürlichen Umgebungen zu einer Aufwertung der Geräuschqualität im Innenhof beitrug.



Abbildung 1: Akustisch optimierter Kompaktbrunnen ausgeführt als Kaskadensystem.

75% der Versuchsteilnehmer befürworteten das Konzept, Wassergeräusche zur Aufwertung der häuslichen Geräuschumgebung einzusetzen. Um die Wirkung des Brunnens unter Alltagsbedingungen zu evaluieren und eine für diesen Zweck geeignete Befragungsmethodik zu entwickeln, wurde eine Pilotstudie im Feld durchgeführt.

## Feldversuch

Vier baugleiche Kompaktbrunnen (siehe Abb. 1) wurden für einen Zeitraum von zwei Monaten in vier Privathaushalten installiert und von den Bewohnern der Haushalte genutzt und bewertet.

## Versuchsumgebung

Die Pilotstudie wurde in der Grenzwall-Siedlung in Remscheid, Nordrhein-Westfalen durchgeführt, die in direkter Nachbarschaft zur Bundesautobahn A1 liegt. Die Autobahn ist in diesem Abschnitt sechsspurig ausgebaut, ohne Geschwindigkeitsbegrenzung und weist einen Höhenanstieg in nördlicher Fahrtrichtung auf. Als Hauptverkehrsader der Region ist die Autobahn durch ein starkes Verkehrsaufkommen mit hohem LKW-Anteil geprägt. Im Bereich der Wohnsiedlung berichteten die Anwohner von einer starken Lärmbelastung, die sich nach dem Bau einer zweiten Lärmschutzwand westlich der Autobahn sogar verschlechtert habe.

Die Kompaktbrunnen wurden im Garten bzw. auf der Terrasse der Haushalte installiert. Dabei wurde mit Hilfe eines Handschallpegelmessers (Klasse 1) in jedem Haushalt der A-bewertete Schalldruckpegel in 1m Entfernung vor dem Brunnen ermittelt. Dazu erfolgten zwei Messungen mit einer Dauer von jeweils 10min, mit und ohne Brunnengeräusche.

**Methodik**

Vor Beginn der Studie wurden die Haushaltsbewohner mittels Eingangsfragebogen zur allgemeinen Geräuschsituation in ihrem Garten befragt und individuelle Coping-Strategien in Hinblick auf Störgeräusche ermittelt. Darüber hinaus wurden Art und Häufigkeit der Gartennutzung, sowie bevorzugte Nutzungszeiträume, erfasst. Mit Hilfe des non-verbalen Bewertungsverfahrens Self-Assessment-Manikin (SAM) [8] wurden die drei emotionalen Dimensionen Freude, Erregung und Dominanz (orig. Pleasure, Arousal, Dominance) in Bezug auf die Geräuschsituation abgefragt.

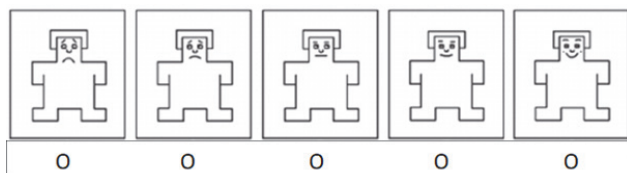


Abbildung 2: 5-stufige Bewertungsskala des Self-Assessment-Manikin (SAM), Dimension: Freude (Pleasure).

Die Lärmempfindlichkeit der Probanden wurde mit Hilfe der deutschen Fassung der Lärmempfindlichkeitsskala von Weinstein [9] bestimmt. Zur Erfassung von Persönlichkeitseigenschaften kam die Kurzversion des Big Five Inventory (BFI-K) von Rammstedt et al. [10] zum Einsatz.

Im Versuchszeitraum hatten die Probanden die Aufgabe, den Brunnen einzuschalten, wenn sie sich im Garten aufhielten. Zeitpunkt und Dauer des Aufenthalts im Garten konnten dabei frei gewählt werden. Während jedes Aufenthalts füllten die Probanden jeweils einen Fragebogen aus, um die aktuelle Geräuschsituation mit Brunnen zu bewerten. Die Evaluation der Geräuschsituation erfolgte mittels eines 5-stufigen Semantischen Differentials, das die Gegensatzpaare unangenehm/angenehm, leise/laut, beruhigend/aufregend, ungleichmäßig/gleichmäßig und natürlich/urban umfasste. Weitere auftretende Geräusche neben Straßenverkehrslärm und dem Wassergeräusch sollten benannt werden. Das Verhältnis der Geräusche zueinander wurde in einem Bewertungsdreieck erfasst (siehe Abb. 3).

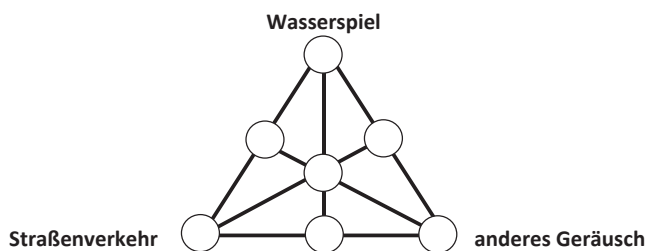


Abbildung 3: Bewertungsschema für das Verhältnis der wahrgenommenen Geräusche.

Die Markierung eines der Eckpunkte des Dreiecks bezeichnete dabei die Dominanz der entsprechenden Geräuschquelle, während die anderen vier Punkte eine Gleichgewichtung zweier bzw. dreier Geräusche darstellten. Der Fragebogen zur Momentanbewertung enthielt darüber hinaus die drei Skalen des Self-Assessment-Manikin, wie im Eingangsfragebogen. Zur Erfassung des Bewertungskontexts wurden zudem das aktuelle Wetter und Verkehrsaufkommen, die Anzahl der anwesenden Personen, sowie Dauer und Zweck des Aufenthalts im Garten angegeben.

Nach Ende des zweimonatigen Versuchszeitraums wurden die Kompaktbrunnen aus den Haushalten entfernt. Die Probanden füllten einen Abschlussfragebogen aus, der neben einer zusammenfassenden, retrospektiven Bewertung der Geräuschsituation mit Brunnen zusätzliche Fragen zum Kompaktbrunnen selbst beinhaltete. Die Klangeigenschaften des Brunnens wurden ebenfalls mittels eines 5-stufigen Semantischen Differentials evaluiert, das die gleichen Items beinhaltete wie zur Bewertung der Geräuschumgebung. Einzig das letzte Gegensatzpaar natürlich/urban wurde durch natürlich/künstlich ersetzt. Weiter gaben die Probanden an wie häufig (prozentual) und zu welchen Zeiten sie den Brunnen im Versuchszeitraum verwendet hatten, und ob sich die Häufigkeit der Gartennutzung im Versuchszeitraum geändert hatte. Ein subjektives Vergleichsurteil zur Geräuschsituation vor dem Versuch konnte in 5 Stufen (viel schlechter/etwas schlechter/unverändert/etwas besser/viel besser) gefällt werden.

Zur Erfassung nicht-akustischer Einflussfaktoren auf die Bewertungsergebnisse wurden die Probanden abschließend gebeten, eine 5-stufige Likert-Skala mit 13 Aussagen zum Kompaktbrunnen und allgemein zu Wassergeräuschen auszufüllen (siehe Abb. 4).

	überhaupt nicht	etwas	mittelmäßig	stark	äußerst
Das Wasserspiel...					
... schafft eine natürliche Atmosphäre im Garten.					
... erinnert mich an schöne Erlebnisse.					
... ruft bei mir negative Assoziationen hervor.					
... verdeckt den Straßenverkehrslärm.					
... lenkt mich vom Straßenverkehrslärm ab.					
... ist eine zusätzliche Lärmquelle, die mich stört.					
... gefällt mir optisch.					
... ist einfach zu bedienen.					
... nimmt Platz im Garten/auf der Terrasse weg.					
... verschwendet Wasser / Strom.					
Ich mag das Geräusch von Wasser.					
Ich finde den Einsatz von Wassergeräuschen in lärmbelasteten Umgebungen sinnvoll.					
Ich würde mir ein Wasserspiel kaufen, um die Geräuschsituation im Garten zu verbessern.					

Abbildung 4: Fragebogensatzung der 5-er Likert-Skala mit 13 Aussagen zum Kompaktbrunnen und zu Wassergeräuschen.

**Stichprobe**

In jedem der vier Haushalte nahm jeweils eine Person durchgehend an der Pilotstudie teil. Darüber hinaus beteiligte sich in Haushalt 3 eine zweite Person ausschließlich an der Eingangs- und Abschlussbefragung. Die Versuchsteilnehmer (2 männlich, 3 weiblich) waren zwischen 47 und 67 Jahren alt, hatten normales Hörvermögen (Selbstauskunft), und gaben jeweils eine Wohndauer zwischen 18 und 47 Jahren in der Siedlung an.

## Ergebnisse

Aufgrund der kleinen Stichprobe wurde eine Einzelfall-Betrachtung der vier Haushalte vorgenommen. Die Ergebnisse offenbarten dabei ein sehr unterschiedliches Bild. In Haushalt 1 konnte ein positiver Effekt des Kompaktbrunnens beobachtet werden. Die Bewertungen der momentanen Geräuschsituation deuteten im zeitlichen Verlauf einen positiven Trend für das Kriterium „Angenehmheit“ an, bei gleichzeitig fallender Tendenz der Items „Lautstärke“ und „Aufregungspotential“. Erwartungsgemäß zeigten die Bewertungen der Geräuschsituation eine starke Abhängigkeit von der berichteten Höhe des Straßenverkehrsaufkommens. Das subjektive Vergleichsurteil des Probanden zur Geräuschsituation vor und nach Installation des Brunnens lautete „etwas besser“. Übereinstimmend lieferte der Vergleich des Eingangs- und Abschlussfragebogens für die Bewertungsitems zur Geräuschumgebung, sowie für die emotionalen Dimensionen des SAM, jeweils Differenzen von 1 Skalenpunkt. Insgesamt erwiesen sich die Urteile des Probanden als konsistent in Hinblick auf eine wahrgenommene Verbesserung der Situation. Der Proband, der die stärkste Lärmbelastung aller Versuchsteilnehmer angab, befürwortete zudem den Einsatz des Brunnens. Diese Maßnahme, die auch die Coping-Strategie des Probanden aufgreift, Störgeräusche durch andere Schallquellen zu übertönen, erwies sich somit in diesem Fall zur Aufwertung der Geräuschqualität als geeignet.

Ein gegenteiliger Effekt zeigte sich in Haushalt 4. Hier wurde der Kompaktbrunnen als zusätzliche Lärmquelle wahrgenommen. Trotz des Standorts unmittelbar neben der Autobahn, an dem die höchsten Lärmpegel aller vier Haushalte gemessen wurden, bewertete der Proband zu Beginn der Studie die Geräuschsituation im Garten als wenig belastend und nannte keine Coping-Strategien. Obwohl die Bewertung des Kompaktbrunnens grundsätzlich positiv ausfiel, bewirkte der Einsatz des Brunnens eine wahrgenommene Verschlechterung der Situation, die sich sowohl in den Bewertungen als auch im Vergleich des Eingangs- und Abschlussfragebogens zeigte. Es ist davon auszugehen, dass das Einbringen des zusätzlichen Wassergeräusches im Kontext der gewohnten und akzeptierten Geräuschsituation in diesem Fall als Störfaktor gewertet wurde. Im Gegensatz zu den anderen Probanden bewertete dieser Proband die Maßnahme abschließend als nicht sinnvoll.

In den Haushalten 2 und 3 konnte jeweils kein eindeutiger Effekt des Kompaktbrunnens beobachtet werden. Das Vergleichsurteil des Probanden in Haushalt 2 lautete „unverändert“ und übereinstimmend zeigte sich keine Differenz zwischen Eingangs- und Abschlussfragebogen. Der Einsatz des Brunnens wurde dennoch grundsätzlich als sinnvoll bewertet. Da in diesem Haushalt allerdings neben Straßenverkehrslärm vorrangig Maschinengeräusche und Geruchsbelästigung durch einen benachbarten Industriebetrieb als belastend empfunden wurden, erscheint es plausibel, dass der Brunnen in diesem Fall keine Verbesserung der Situation bewirkt oder ein möglicher positiver Effekt durch die anderen Störfaktoren überlagert

wird. In Haushalt 3 lautete das Vergleichsurteil für die Geräuschsituation vor und nach Installation des Kompaktbrunnens „etwas besser“. Ein eindeutiger Effekt der Maßnahme ist hier jedoch aufgrund von widersprüchlichen Bewertungsergebnissen nicht eindeutig belegbar.

Trotz der unterschiedlichen Bewertungsergebnisse zur Wirkung des Kompaktbrunnens in den vier Haushalten bewerteten die Probanden die Klangcharakteristik des Brunnens sehr ähnlich. Das Wassergeräusch wurde übereinstimmend als angenehm, beruhigend, gleichmäßig und natürlich beurteilt. Hingegen wies das Bewertungskriterium „Lautstärke“ mit einer Streuung von vier Skalenpunkten die größten Unterschiede auf. Da alle vier Kompaktbrunnen gleiche mittlere Schalldruckpegel von ca. 48dB(A) und gleiche spektrale Eigenschaften aufwiesen, sind die Bewertungsunterschiede für das Item „Lautstärke“ auf die Interaktion des Brunnengeräusches mit der jeweiligen Geräuschsituation im Garten zurückzuführen.

## Fazit und Ausblick

Die Pilotstudie zeigte, dass der Einsatz eines Kompaktbrunnens grundsätzlich auch im häuslichen Umfeld zu einer Aufwertung der Geräuschsituation beitragen kann. Die Wirkung des Brunnens wird jedoch von einer Vielzahl situativer und persönlicher Faktoren moderiert, die es im Folgenden ausführlicher zu untersuchen gilt. Die vorgestellten Befragungsinstrumente erwiesen sich im Rahmen des Versuchs als gut geeignet, um relevante akustische und nicht-akustische Bewertungskriterien gleichzeitig zu erfassen und deren Wechselwirkungen zu analysieren. Da beispielsweise das Fehlen wirkungsvoller Coping-Strategien ein wesentliches Kriterium in Bezug auf Lärmbelastung darstellt, liefert die Erfassung emotionaler Reaktionen auf die akustische Situation mit Hilfe des SAM einen Erklärungsansatz bei der Bewertung von Geräuschqualität.

Die freie Wahl der Bewertungszeitpunkte durch die Probanden erwies sich in dieser Studie als nachteilig, da somit keine systematische Evaluation über den gesamten Versuchszeitraum sichergestellt war. Darüber hinaus bewirkte das gezielte Einschalten des Brunnens eine unerwünschte Fokussierung des Probanden auf die Geräuschsituation, die es im Sinne einer alltagsnahen Bewertung zu vermeiden gilt.

Die Ergebnisse der Pilotstudie dienen als Basis für eine umfangreiche Feldstudie, in der die Wirkung des Kompaktbrunnens in weiteren Haushalten evaluiert wird. Dabei ist zum einen ein Dauerbetrieb des Brunnens über den Versuchszeitraum vorgesehen, um die Aufmerksamkeit der Probanden nicht gezielt auf den Brunnen zu lenken. Zum anderen erfolgt die Bewertung der Geräuschsituation mittels Experience-Sampling Methode, die den Vorteil bietet, die Urteile der Probanden zu definierten Zeitpunkten in situ zu erfassen. Durch die Teilnahme mehrerer Personen pro Haushalt ist eine umfassendere Bewertung des Kompaktbrunnens an einem Standort möglich.

Im Rahmen der Feldstudie wird ebenfalls untersucht, inwiefern individuelle Probandenprofile, die auf Basis der 13

bewerteten Aussagen zum Kompaktbrunnen und zu Wassergeräuschen erstellt werden, eine Einschätzung oder Vorhersage der Wirkung des Brunnens in einem Haushalt bereits im Vorfeld ermöglichen.

Ferner gilt es, die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Maßnahme „Wassergeräusche gegen Straßenverkehrslärm“ im häuslichen Umfeld in Abhängigkeit unterschiedlicher akustischer Bedingungen (z.B. Umgebungslärmpegel und Geräuschzusammensetzung) detaillierter zu bestimmen. Eine weitere interessante Fragestellung in diesem Zusammenhang ist auch die Erprobung einer automatisierten Echtzeit-Anpassung des Wassergeräusches an die jeweilige Geräuschsituation.

Schließlich sind auch Folgeeffekte der Studie zu berücksichtigen. Führt der Einsatz des Kompaktbrunnens im Versuchszeitraum beispielsweise zu einer Verbesserung der wahrgenommenen akustischen Qualität im Garten, gilt es zu evaluieren, wie die Studienteilnehmer nach Entfernung des Brunnens am Ende des Versuchszeitraums die ursprünglich vorhandene Geräuschsituation bewerten. Zudem ist die Betrachtung von Gewöhnungseffekten von Interesse, um zu beurteilen, ob eine temporäre Verbesserung der häuslichen Geräuschsituation durch den Kompaktbrunnen auch über einen längeren Nutzungszeitraum bestehen bleibt.

## Literatur

- [1] Umweltbundesamt (UBA), URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelaestigung>
- [2] M. Rådsten-Ekman, Ö. Axelsson, M. E. Nilsson, “Effects of Sounds from Water on Perception of Acoustic Environments Dominated by Road-Traffic Noise”, *Acta Acustica united with Acustica* 2 (2013), 218–225.
- [3] M. E. Nilsson, J. Alvarsson, M. Rådsten-Ekman, K. Bolin, “Auditory masking of wanted and unwanted sounds in a city park.”, *Noise Control Eng. J.* 58 (2010) Nr. 5, 524–531.
- [4] J. Y. Jeon, P. J. Lee, J. You, J. Kang, “Acoustical characteristics of water sounds for soundscape enhancement in urban open spaces.”, *J. Acoust. Soc. Am.* 3 (2012), 2101–2109.
- [5] S. Skoda, J. Steffens, J. Becker-Schweitzer, “Road traffic noise annoyance in domestic environments can be reduced by water sounds”, *Proceedings of Forum Acusticum 2014, Krakow*.
- [6] L. Galbrun, T. T. Ali, “Acoustical and perceptual assessment of water sounds and their use over road traffic noise”, *J. Acoust. Soc. Am.* 1 (2013), 227–237.
- [7] J. Kiene, S. Skoda, J. Becker-Schweitzer, “An Acoustically Optimised Garden Fountain to improve Soundscape Quality in Domestic Environments“, *Fortschritte der Akustik - DAGA 2018*.
- [8] M. M. Bradley, P. J. Lang: “Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential”, *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry* 25(1) 1994, 49–59.
- [9] K. Zimmer, W. Ellermeier, „Eine deutsche Version der Lärmempfindlichkeitskala von Weinstein“, *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* (1997), 107–110.
- [10] B. Rammstedt, O. P. John, “Kurzversion des Big Five Inventory (BFI-K)”, *Diagnostica* 4 (2005), 195–206.