

## Sound Design an Dusch WCs

Oliver Wolff<sup>1</sup>, Xiao Xu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Geberit International AG, CH-8645 Jona, E-Mail: oliver.wolff@geberit.com*

<sup>2</sup> *Fachhochschule Münster*

### Einleitung

Dusch WCs sind WCs, die mit Wasser reinigen. Der Anteil dieser WCs wird in Japan auf rund 80%, in Korea auf 30% geschätzt. In Europa liegt der Anteil erst bei ca. 5%, er steigt aber stetig. Hersteller sehen hier ein großes Marktpotential.

Ein gutes Dusch WC sollte mit den integrierten Komfortfunktionen möglichst normal aussehen, intuitiv bedienbar sein und vor allem eine angenehme und gründliche Körperreinigung bieten. Der positive Gesamteindruck des Produktes wird dabei durch eine passende Akustik unterstützt [1].

Im Rahmen einer Bachelorarbeit [2] wurde die Klangqualität von 9 unterschiedlichen Dusch WCs gemessen und anschliessend 80 Versuchspersonen in einem Vergleichstest hörgerecht vorgespielt [3].

Ziel einer ersten Untersuchung war es herauszufinden, welche Geräuschkomponenten entscheidend sind für die subjektive Einstufung des Gerätes bzw. der Gerätefunktionen als qualitativ hochwertig.

In einem zweiten Schritt sollte der Frage nachgegangen werden, welche Rolle die Klangqualität bei der Beurteilung der Geräusche spielt und was dem Nutzer wichtig ist: Klangqualität [4] oder Schallpegel? Und wenn ja, zu welchen Anteilen? Dazu wurden die Geräusche künstlich auf den gleichen Pegel gesetzt und erneut einer Gruppe von Testpersonen vorgespielt. Unterschiede in der subjektiven Bewertung lassen sich auf diese Weise ausschliesslich auf den Einfluss der Klangqualität zurückführen.

Die Kombination beider Untersuchungen und die Auswertung überbestimmter Gleichungssysteme erlaubt es, quantitative Aussagen über den prozentualen Anteil des Einflusses der Klangqualität und des Schallpegels zur subjektiven Bewertung zu machen. Ergebnisse dieser Studie werden vorgestellt und Ausblicke für zukünftige Produktentwicklungen gegeben.

### Versuchsaufbau

Es wurden insgesamt 9 Dusch WCs von verschiedenen Herstellern untersucht. Dabei wurden 14 unterschiedliche Gerätefunktionen miteinander verglichen und subjektiv bewertet.

Mithilfe eines Kopfbügelmikrofons wurden zunächst binaurale Tonaufnahmen gemacht. Eine optische Kamera (Abbildung 1) diente der zusätzlichen Aufnahme von Videofilmen. Die Wiedergabe der Hörbeispiele erfolgte über Kopfhörer, das Videosignal wurde über einen Bildschirm gezeigt (Abbildung 2).



Abbildung 1: Dusch WC mit installierter Kamera

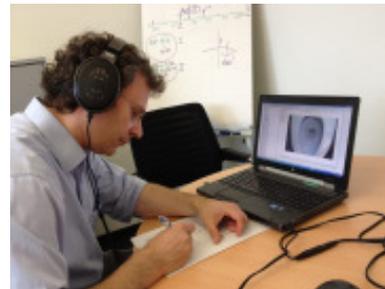


Abbildung 2: Proband mit Kopfhörer und Videofilm

Eine Schutzkappe (Abbildung 3) diente zur reproduzierbaren Simulation des Aufprallgeräusches des Wasserstrahles auf den Körper.



Abbildung 3: Schutzkappe für Wasserstrahl

### Versuchsdurchführung

Die Probanden mussten vor der Bewertung einen Fragebogen für statistische Zwecke ausfüllen. Etwa die Hälfte der Teilnehmer besaßen bereits ein Dusch WC, die andere Hälfte hatte schon Erfahrungen sammeln können, ohne jedoch ein eigenes Gerät zu besitzen. Über ca. 60 % der Teilnehmer waren männlich, das Alter betrug zwischen

35 und 60 Jahren. Die Alterszusammensetzung entspricht somit der Altersgruppe potentieller Dusch WC Nutzer. Jedem Probanden wurde zu Beginn die Frage gestellt, ob die Akustik Einfluss auf ihr Kaufverhalten habe. Ca. 67 % der Befragten bejahten dies. Im Anschluss an die akustische Bewertung wurde die gleiche Frage erneut gestellt. Jetzt beantworteten rund 84 % der Teilnehmer diese Frage mit ja.

Es wurden zwei Untersuchungen durchgeführt. Zunächst wurden 50 Personen gebeten, die präsentierten Originalgeräusche auf einer Skala von 1 bis 10 zu bewerten (1 sehr angenehm, 10 sehr unangenehm). Dann wurden die Geräusche in einer zweiten Untersuchung künstlich auf den gleichen dB(A) Pegel gesetzt und einer weiteren Gruppe von 30 Personen vorgespielt.

## Auswertung

Die Berechnung der subjektiven Bewertung  $Z$  erfolgte über folgende Gleichung (1):

$$Z = F_1 \cdot N_1 + F_2 \cdot N_2 + \dots + F_n \cdot N_n ;$$

$$\sum F_i = 1; \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

$F_i$  ist die relative Wichtung der einzelnen Gerätefunktionen.  $N_i$  ist die subjektive Bewertung der Einzelgeräusche. Zusätzlich zur subjektiven Bewertung wurde auch der A-bewertete Schalldruckpegel analysiert. Zur gemeinsamen Darstellung der Ergebnisse in einem Diagramm wurden die Skalen der subjektiven Bewertung und des dB(A) Pegels künstlich kompatibel gemacht. Abbildung 4 zeigt dies beispielhaft für ein ausgewähltes Funktionsgeräusch.

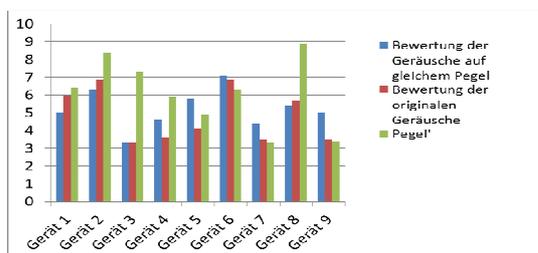


Abbildung 4: Pegel und Bewertungen

## Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchung der Originalgeräusche ergab folgendes Resultat (Abbildung 5):

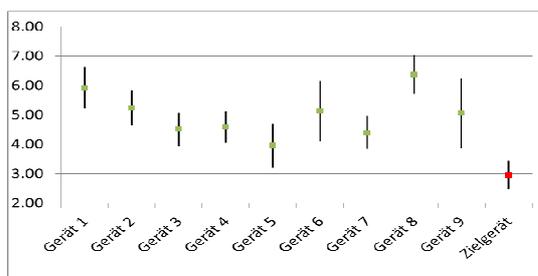


Abbildung 5: Bewertung Original- und Zielgerät

Das simulierte Zielgerät ist die Kombination aus den besten Funktionsgeräuschen aller untersuchten Geräte miteinander. Die zu erwartende subjektive Bewertung des Zielgerätes ist

nicht nur deutlich besser als alle anderen, die Standardabweichung ist außerdem vergleichsweise gering. Die Standardabweichung ist als Streubreite der individuellen Bewertung zwischen verschiedenen Probanden zu interpretieren und nicht als statistische Unsicherheit einer Einzelbewertung.

Aus Abbildung 4 ist bereits zu erkennen, dass der dB(A) Pegel mit der subjektiven Bewertung nur schwach korreliert. Es wird daher folgende Hypothese aufgestellt (Gleichung 2):

$$\Delta \text{Bewertung} = a \cdot \Delta \text{Klangqualität} + b \cdot \Delta \text{Pegel}$$

mit  $a + b = 1$  (2)

Mit  $\Delta$  wird jeweils die Differenz zwischen zwei Hörbeispielen bezeichnet.

Da zwei Untersuchungen vorliegen, eine mit Originalgeräuschen unterschiedlicher dB(A) Pegel und eine mit angeglichenen dB(A) Pegeln, führt die Anwendung von Gleichung (2) auf einen Satz überbestimmter Gleichungen, mit deren Hilfe die Koeffizienten  $a$  und  $b$  quantitativ ermittelt werden können.

Die Auswertung ergibt:

$$a = 1,0 \pm 0,5$$

$$b = 0,0 \pm 0,5$$

Dieses Ergebnis zeigt, dass bei den in dieser Studie untersuchten Hörbeispielen nicht der Schalldruckpegel sondern die Klangqualität für die subjektive Bewertung ausschlaggebend ist. Allerdings ist die Standardabweichung der ermittelten Koeffizienten relativ gross. Dies ist ein Hinweis, dass die Probanden den Einfluss von Pegel und Klangqualität individuell durchaus sehr unterschiedlich bewerten. Im Mittel über alle Testpersonen ist die Klangqualität jedoch massgeblich.

## Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung über die subjektive Bewertung von Geräuschen von Dusch WCs hat gezeigt, dass Sound Design quantitativ durchgeführt werden kann. Das simulierte Zielgerät schneidet deutlich besser ab als die Vergleichsgeräte. Die Standardabweichung ist relativ klein.

Die Frage ob der Pegel oder die Klangqualität für die subjektive Bewertung ausschlaggebend ist, konnte klar beantwortet werden zugunsten der Klangqualität.

## Literatur

- [1] Uplawski, Lisa: Ich höre, also kauf' ich, Musik – Psychologie der Werbung, Universität Münster, (2005)
- [2] Xu, Xiao: Sound Design von Dusch WCs, Bachelorarbeit, Fachhochschule Münster, (2013)
- [3] HEAD Acoustics: Durchführen von Hörversuchen, Application Note, Herzogenrath, (2011)
- [4] Fastl, Hugo: Hören + Akustik = Psychoakustik, Zeitschrift für Audiologie, Band 19, pp. 64-69, TU München, (2013)