

Messtechnische Beurteilung von Smartphone Kleinstlautsprecher für Musik und Sprache

Gregor Feneberg

BBM Testlab GmbH, 82152 Planegg / München, E-Mail: Gregor.Feneberg@mbbm.com

Einleitung

Moderne Smartphones entwickelten sich in den vergangenen 20 Jahren zunächst über mobile Telefone und vereinigen mehr und mehr verschiedene multimediale mobile Anwendungen. Sie ersetzen für viele Nutzer inzwischen den MP3 Spieler, eine einfache Kompaktkamera und Navigationsgeräte. Von jüngeren Nutzern werden sie teilweise schon als Fernseherersatz für Video-Clips benutzt.

Für viele dieser Teilnutzungen werden folgende elektroakustische Wandler im Miniaturformat eingesetzt: für Telefongespräche am Ohr vor allem ein Lautsprecher (Earpiece) auf der Vorderseite oben, weiterhin Mikrofone, kabelgebundene Hör-Sprechgarnitur und ein weiterer (teilweise auch zwei) Lautsprecher vorwiegend für Musik, Klingeltöne und Sprachausgabe.

Dieser Lautsprecher ist Gegenstand dieser Untersuchung, es geht vorwiegend um die Eignung dieses Lautsprechers für Musik- und Sprachwiedergabe in typischen Nahfeld-Abhördistanzen von 15 cm bis 1 m, also nicht unmittelbar am Ohr.

Smartphone Abmessungen

Von langjährigen Untersuchungen wurden die typischen Abmessungen von über 250 Smartphones zusammengefasst und über die vergangenen drei Jahre segmentiert und gemittelt. Hierbei entwickelte sich die Gehäusegröße (Länge x Breite) und die Gerätedicke wie folgt:

- 2011: 69,3 cm² / 13,1 mm
- 2012: 74,6 cm² / 12,0 mm
- 2013: 88,1 cm² / 11,0 mm

Zusammenfassend werden Smartphones in jüngster Zeit deutlich größer. Hinsichtlich der Gerätedicken in den vergangenen Jahren hingegen ist eine klare Tendenz zu dünneren Smartphones bis hin zu 7 mm erkennbar.

Diese Tendenzen unterstützen die Hauptanwendungen hinsichtlich der mobilen Internetnutzung (großer Bildschirm bei besserer Tragbarkeit), wirken sich aber teilweise negativ auf die Klang- bzw. Sprachqualität des Lautsprechers aus.

Lautsprecher Positionen

Bei den Lautsprechern können vier Einbaupositionen unterschieden werden

- Typ A – Ein Lautsprecher auf der Rückseite, mit Abstandshalter zwischen Telefon und Ablage
- Typ B – Ein Lautsprecher auf der Rückseite, ohne Abstandshalter

- Typ C – Ein Lautsprecher auf der Rahmenseite (unten oder seitlich)
- Typ D – Ein oder zwei (Stereo) Lautsprecher auf der Frontseite

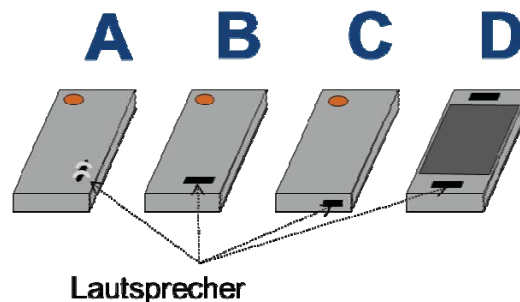


Abbildung 1: typische Positionen der Kleinstlautsprecher und Kategorisierung.

Diese Einbaupositionen zeigen Auswirkungen und Einschränkungen hinsichtlich der Nutzung im Kraftfahrzeug und liegend auf Tisch oder Sofa (negativ bei Typ A; B) durch großen Einfluss von Reflexionen und der Schalldämmung. Probleme für die Lautsprecher treten hinsichtlich der geringen Bauhöhe von Typ C auf. Bei Typ D muss der Aspekt „akustischer Schock“ erwähnt werden, falls laute Musik ungewollt direkt am Ohr abgespielt wird.

Untersuchung - Hörvergleich

Ziel der Pilotstudie an insgesamt 8 Smartphones (Code 1-8) und einem portablen Bluetooth Lautsprecher (BT-Box mit Abmessungen 11 x 7 x 6 cm) war es, einen subjektiven Hörvergleich durch ein passendes Mess- und Bewertungskriterium zu ersetzen. Hierbei wurde ein Hörvergleich mit insgesamt 6 Probanden durch Abhören von 2 Musik- und einem Sprachbeispiel direkt am Gerät, sowie über zwischengespeicherte Kunstkopfaufnahmen durchgeführt.



Abbildung 2: Position für Kunstkopfaufnahme

Der Bewertungsmaßstab bewegte sich zwischen 1 = „sehr schlecht“ bis 5 = „sehr gut“.

	Pop 1	Pop 2	Sprache	Gesamt	
	M.O.S.	M.O.S.	M.O.S.	M.O.S.	Typ
Code 1	3,8	3,3	4,0	3,7	D
Code 2	3,1	2,7	3,4	3,1	C
Code 3	3,1	2,5	2,9	2,8	A
Code 4	2,7	2,3	2,7	2,5	A
Code 5	3,2	2,4	3,4	3,0	C
Code 6	2,4	2,1	2,5	2,4	A
Code 7	2,1	1,6	2,2	2,0	C
Code 8	2,0	1,5	2,1	1,9	A
BT-Box	4,6	4,3	4,8	4,6	-

Abbildung 3: Ergebnis Hörvergleich (Mean Opinion Score)

Die häufigsten Kritikpunkte bei den Kommentaren der Probanden zu den Klangurteilen waren mangelnde Basswiedergabe, fehlendes Volumen, zu hohe Klangschärfe und niedrige Lautstärken. Typ D verfügt über Stereolautsprecher auf der Frontseite, was insbesondere bei Halten des Telefons im Querformat positiv zur Geltung kam.

Untersuchung - Messungen

Im zweiten Schritt wurden die Geräte mittels Abspielen von Rosa Rauschen in der maximalen unverzerrten Lautstärke in einem Meter Abstand hinsichtlich der Gesamtlautheit in sone sowie in den Tonheiten z der 2 - 8 Bark gemessen und ausgewertet. Diese entsprechen den Terzfrequenzbändern ab 200 Hz aufwärts. Die Lautsprecher zeigten immer frontal zum Messmikrofon.

Bei näherer Untersuchung der gemessenen Tonheiten ergaben sich, insbesondere in den Tonheiten 2, 3 und 4 große Unterschiede zwischen den Lautsprechern. Das bassschwächste Modell Code 8 zeigte Lautheiten in der Bark 2 (0,09 sone), 3 (0,07 sone) und 4 (0,20 sone), das bassstärkste Smartphone, Code 1 in Bark 2 (0,38 sone), 3 (0,37 sone) und 4 (0,55 sone). (siehe Abbildung 4). Danach wurde die maximale Lautheit aus dem Frequenzgang ermittelt und die gemittelten Lautheiten der Bark 2 - 4 mit dieser maximalen Lautheit ins Verhältnis gesetzt. Das Ergebnis, TMV (Tief-Mitten-Verhältnis) genannt, ergibt somit eine Verhältnisgröße in Prozent und bewegte sich im Bereich zwischen 8% und 36% (Smartphone) bzw. 93% (BT Box). Dies ist in Abbildung 5 aufgeführt.

Im Vergleich wurden die psychoakustischen Schärfen der Lautsprecheraufnahmen ermittelt. Diese bewegen sich im Wertebereich zwischen 2,59 und 4,05 acum.

		Lautheit in Bark Nr.		
Code	Max. Lauth.	2 200Hz	3 300Hz	4 400Hz
1	1,21	0,38	0,37	0,55
2	1,2	0,18	0,24	0,28
3	1,24	0,11	0,23	0,35
4	1,55	0,05	0,1	0,28
5	1,2	0,1	0,15	0,33
6	1,31	0,05	0,12	0,31
7	1,33	0,04	0,08	0,19
8	1,13	0,09	0,07	0,2
BT-Box	2,3	2,3	2	2,1
	sonne	sonne	sonne	sonne

Abbildung 4: Resultate Lautheiten Bark 2, 3, 4 und Maximum

	Verhältnis der Bark zu Maximum			
Code	$z = 2$	$z = 3$	$z = 4$	TMV
1	31%	31%	45%	36%
2	15%	20%	23%	19%
3	9%	19%	28%	19%
4	3%	6%	18%	9%
5	8%	13%	28%	16%
6	4%	9%	24%	12%
7	3%	6%	14%	8%
8	8%	6%	18%	11%
BT-Box	100%	87%	91%	93%

Abbildung 5: Resultate Verhältnis Lautheit zu Maximum in Bark 2, 3, 4 und daraus gemittelt TMV (Tief-Mitten-Verhältnis)

Gegenüberstellung und Zusammenfassung

Vergleicht man nun den Mittelwert der Bark 2-4 (letzte Spalte) mit den Resultaten des Hörvergleichs und bildet die Rangkorrelation, so ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung von 0,93. Die Übereinstimmung des Hörvergleichs mit der psychoakustische Schärfe ergibt hingegen eine Korrelation von nur 0,41.

Dieser Zusammenhang kann auch mit folgender Formel im Groben angenähert werden:

$$MOS = 1,07 * \ln(TMV) + 4,73$$

Dieses messtechnische Kriterium ist zusammenfassend gut geeignet, um für eine Vorhersage der Klangqualität von Kleinstlautsprechern von Smartphones verwendet zu werden. Ergänzt werden sollte für eine verfeinerte Beurteilung die Position der Lautsprecher, sowie ein Kriterium für eine funktionsgerechte minimal nötige Lautheit (in maximaler Lautstärke), um beispielsweise in Kraftfahrzeugen während der Fahrt ausreichend Sprachverständlichkeit für die Navigation zu gewährleisten.