

Über dieses Dokument

Inhalt

Das vorliegende Dokument ist die dritte von vier Application Notes über die Durchführung von Hörversuchen. Es enthält Informationen über geeignete Testumgebungen und gibt Hinweise zur Auswahl von Testsignalen und Teilnehmern¹.

1. Testumgebung	1
2. Testsignale	2
3. Teilnehmer	5

Zielgruppe

Der nachfolgende Text wurde für Leser erstellt, die Hörversuche durchführen möchten und hierfür prinzipielle Informationen zum Versuchssetup benötigen.

Fragen?

Sie haben Fragen? Wir freuen uns über Ihre Rückmeldungen!

Fragen zum Inhalt dieses Dokument: Imke.Hauswirth@head-acoustics.com

Technische Fragen zu unseren Produkten: SVP-Support@head-acoustics.com

Hörversuche durchführen – Teil 3

1. Testumgebung

Gestaltung des Testraums

Die Testumgebung sollte so gestaltet sein, dass die Teilnehmer sich wohlfühlen kann. Das heißt, der Testraum sollte gut gelüftet und angenehm temperiert sein. Der Teilnehmer darf nicht in eine „Abstellkammer“ abgeschoben werden und außerdem sollte der Teilnehmer im Testraum nicht von allzu viel Technik umgeben sein. Je nach Person wird ein Übermaß an Technik der Teilnehmer entweder abschrecken oder ablenken.

Die Umgebungsgeräusche im Testraum sollten so gering wie möglich sein. Bei sehr leisen Testgeräuschen muss der Hörversuch in einem schallisolierten Raum durchgeführt werden.



Störung durch andere Versuchsteilnehmer

Zu der Testumgebung gehören auch die anderen Versuchsteilnehmer, falls der Hörversuch in der Gruppe durchgeführt wird. Die Beeinflussung und Störung eines Teilnehmers durch andere Teilnehmer sollte so gering wie möglich sein. Dies kann z. B. durch das Aufstellen von Trennwänden realisiert werden. Weiterhin sollte bei der

¹ Im nachfolgenden Text wird verallgemeinernd das generische Maskulinum verwendet. Dies soll ausschließlich der besseren Lesbarkeit dienen. Selbstverständlich möchten wir gleichermaßen alle Geschlechter ansprechen bzw. einbeziehen.

Wiedergabe der Testsignale ein Übersprechen von einem zum anderen Teilnehmer vermieden werden. Beim Übersprechen von Signalen hört ein Teilnehmer nicht nur die für ihn bestimmten Geräusche aus seinem eigenen Kopfhörer, sondern auch die aus den Kopfhörern benachbarter Teilnehmer. Dies kann unter Umständen sehr störend sein und die Teilnehmer ablenken. Der Einfluss des Übersprechens kann z. B. durch eine Wiedergabe im Gruppenmodus minimiert werden, in dem alle Teilnehmer die zu bewertenden Geräusche zeitgleich hören. Ist eine individuelle Wiedergabemöglichkeit nötig, kann das Übersprechen durch geschlossene Kopfhörer vermieden bzw. minimiert werden.

2. Testsignale

Die Validität der Hörversuchsergebnisse wird in hohem Maße durch die Qualität der Testsignale beeinflusst. Die Testsignale für einen Hörversuch müssen daher eine hohe und gleichbleibende Qualität besitzen, um verlässliche Beurteilungen durch die Teilnehmer zu erhalten.

Wahl der Aufnahmebedingungen

Die Geräusche sollten so aufgezeichnet werden, dass sie der normalen Nutzung des zu untersuchenden Produkts entsprechen. Am einfachsten lassen sich Geräusche vergleichen und bewerten, die in derselben Umgebung und unter gleichen Nutzungsbedingungen aufgezeichnet wurden. Geräusche, die unter verschiedenen Bedingungen aufgezeichnet wurden, sollten nur dann innerhalb eines Hörversuches bewertet werden, wenn die unterschiedlichen Bedingungen repräsentativ für die Nutzung des Produkts sind und gezielt diese Unterschiede untersucht werden sollen.

Alle Geräusche für einen Hörversuch sollten grundsätzlich mit demselben Aufnahmeequipment aufgezeichnet wurden. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die Teilnehmer während des Hörversuchs die eigentlichen Geräusche bewerten und nicht die unterschiedlichen Aufnahmebedingungen. Bereits während der Aufnahme sollte darauf geachtet werden, dass die Aufzeichnung ohne Störgeräusche erfolgt. Ist dies nicht möglich, ist es sinnvoll, die Aufnahmen zu bearbeiten und Störgeräusche zu entfernen. Außerdem sollten alle Geräusche die gleiche Länge haben. Unterscheiden sich die Geräusche in mehreren Aspekten (z. B. unterschiedliche Fahrzeuge, unterschiedliche Teststrecken und unterschiedliche Hintergrundgeräusche), ist es im Nachhinein nicht einfach nachzuvollziehen, welcher Aspekt das Urteil am stärksten beeinflusst hat. Der Effekt, den ein Aspekt auf die Beurteilung hat, lässt sich deutlich einfacher herausarbeiten, wenn jeder Aspekt einzeln variiert und in einem Hörversuch untersucht wird.



Binaurale Testsignale

Um den Teilnehmern einen räumlichen Geräuscheindruck vermitteln zu können, bietet sich die Verwendung von Kunstkopfaufnahmen an. Die Kunstkopf-Messtechnik zusammen mit geeigneten Wiedergabegeräten ermöglicht es, dass der Teilnehmer, die Geräusche während der Wiedergabe vergleichbar zu den Original-Signalen wahrnehmen kann. Bei der Wiedergabe von Kunstkopf-Aufnahmen muss die Verwendung der korrekten Entzerrung berücksichtigt werden. Mit SQala kann dies automatisch erfolgen.



Lautheitsanpassung

Unter Umständen kann es von Nutzen sein, die Pegel der Geräusche so anzupassen, dass alle gleich laut empfunden werden. Dies ist beispielsweise dann zweckmäßig, wenn die Geräuschqualität der Geräusche unabhängig von der Lautheit beurteilt werden soll. Ungeübte Beurteiler könnten durch die unterschiedliche Lautheit von anderen, von der Lautheit unabhängigen Geräuschaspekten abgelenkt werden.

Signallänge

Die Länge der Aufnahmen sollte nicht zu kurz sein. Bei stationären Signalen reicht meist eine Länge zwischen 3 und 5 Sekunden. Bei nicht-stationären Signalen müssen die Signale eventuell länger sein. Allerdings muss beachtet werden, dass je länger und veränderlicher ein Signal ist, desto schwerer wird es für die Teilnehmer, ihre Wahrnehmung in einer Beurteilung zusammenzufassen. Außerdem ist es in diesem Fall schwieriger, für den Versuchsleiter zu ermitteln, welcher Aspekt die Beurteilung am stärksten beeinflusst hat. Eventuell ist es sinnvoller, das Geräusch für die Beurteilung in mehrere, kürzere Abschnitte aufzuteilen.

Gruppenwiedergabe und individuelle Wiedergabe

Bei der Wiedergabe der Testsignale gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen kann dem Teilnehmer die Möglichkeit gegeben werden, selbst die Geräuschwiedergabe zu steuern. Der Teilnehmer kann so individuell bestimmen, wann und wie oft die Signale wiedergegeben werden (individueller Modus). Die zweite Möglichkeit besteht darin, die Geräusche entsprechend einer vorgegebenen Wiedergabeliste für alle Teilnehmer zeitgleich wiederzugeben (Gruppenmodus). Der Gruppenmodus ist besonders dann sinnvoll, wenn mehrere Teilnehmer den Hörversuch gleichzeitig durchführen sollen und offene Kopfhörer verwendet werden. In diesem Fall bestünde die Möglichkeit, dass sich die Teilnehmer durch eine nicht zeitsynchrone Wiedergabe gegenseitig stören. Allerdings steht der Gruppenmodus nicht für alle Testarten zur Verfügung, so kann beispielsweise der Rankingtest nicht im Gruppenmodus durchgeführt werden. Der individuelle Modus ist vor allem dann von Vorteil, wenn die Signale sehr kurz (z. B. Türzuschlagsgeräusche) oder sehr leise sind. Wird ein solches Geräusch in einem Moment wiedergegeben, in dem ein Teilnehmer abgelenkt oder unkonzentriert

ist, kann er die Beurteilung nicht durchführen. Im individuellen Modus kann jeder Teilnehmer die Wiedergabe in dem für ihn geeigneten Zeitpunkt starten und die Wiedergabe gegebenenfalls auch wiederholen.

Wiedergabe über Lautsprecher Außerdem muss entschieden werden, ob die Wiedergabe über Lautsprecher oder über Kopfhörer erfolgen soll. Bei der Wiedergabe über Lautsprecher beeinflussen sowohl die Qualität der verwendeten Lautsprecher als auch die Raumakustik des Abhör-raums die Beurteilung der Teilnehmer. Aus diesem Grund müssen Lautsprecher und Raumakustik auf einander abgestimmt sein. Eine individuelle Steuerung des Versuchs ist bei Lautsprecherwiedergabe in der Gruppe nicht möglich.



High Precision Loudspeaker HPL

Wiedergabe über Kopfhörer Bei der Wiedergabe über Kopfhörer kann auf einfache Weise sichergestellt werden, dass alle Teilnehmer das gleiche, kalibrierte Signal hören. Ein ungeübter Teilnehmer, die keine Erfahrung beim Abhören von Kunstkopf-Aufnahmen über Kopfhörer hat, wird unter Umständen eine kurze Eingewöhnungsphase zur Orientierung benötigen. Wenn sich die Raumcharakteristik des Aufnahmerraums deutlich von der des Wiedergabe-raums unterscheidet, kann der Unterschied zwischen visuellem und auditivem Reiz dazu führen, dass der ungeübte Teilnehmer das Geräusch z. B. als zu laut einstuft. Dies kann durch geeignete Instruktionen vermieden werden. Der Versuchsleiter kann den Teilnehmer bitten, die Augen zu schließen und sich in den entsprechenden Raum hineinzusetzen. Mit ein wenig Übung wird sich der Teilnehmer sehr gut in die andere akustische Umgebung hineinversetzen können. Wenn der Hörversuch in einem Raum mit ähnlichen akustischen Eigenschaften wie der Aufnahmerraum durchgeführt wird, tritt das Problem nicht auf.



Wiedergabe über Kopfhörer und Subwoofer Die Wiedergabe über Kopfhörer kann durch eine zusätzliche Subwoofer-Wiedergabe unterstützt werden. Für Geräusche mit hohen Pegeln im tieffrequenten Bereich, die für die Geräuschbeurteilung entscheidend sind, können mit dem Subwoofer zusätzlich tiefe Frequenzen erzeugt werden, die bei der reinen Kopfhörer-Wiedergabe fehlen würden. Allerdings beschränkt die zusätzliche Subwoofer-Wiedergabe die Bewertung beim Abhören mit mehreren Personen auf den Gruppenmodus. Wie bei der Lautsprecherwiedergabe muss die Wiedergabe für alle Teilnehmer synchron erfolgen, so dass eine individuelle Steuerung des Versuchs nicht mehr möglich ist.

Schlussendlich wird die Entscheidung über die Art der Wiedergabe aber sicherlich auch durch die vorhandenen Räumlichkeiten und die zur Verfügung stehende Hardware beeinflusst.

3. Teilnehmer

Auch die Anzahl und Auswahl der Teilnehmer wird durch die äußeren Gegebenheiten beeinflusst. Der Pool, aus dem die Teilnehmer rekrutiert werden können, ist meistens endlich ebenso wie die Zeit, die für die Durchführung des Hörversuchs vorgegeben ist. Da aber die Auswahl und die Anzahl der Teilnehmer das spätere Ergebnis des Hörversuchs beeinflussen, sollten diese sorgfältig ausgewählt werden.

Auswahl der Teilnehmer

Vor der Auswahl der Teilnehmer muss die Zielsetzung und Aufgabenstellung des Hörversuchs klar definiert werden. Generell sollten der Kenntnisstand der Teilnehmer bzgl. des zu untersuchenden Produkts und die demografische Zusammensetzung der Beurteilungsgruppe der späteren Kundengruppe entsprechen. Die folgenden Beispiele sollen dies näher erläutern. Ein geübter Teilnehmer, also ein Experte, wird keine Schwierigkeiten haben, auch komplizierte „Höraufgaben“ zu bewältigen. Durch sein geübtes Gehör fällt es dem Experten leichter, sich auf einen bestimmten Aspekt in einem Geräusch zu konzentrieren und genau diesen Aspekt zu bewerten. Ein ungeübter Teilnehmer vermag das nicht. Auf der anderen Seite könnte der Experte manche Geräuschaspekte überbewerten und aus diesem Grund ein Geräusch etwas schlechter beurteilen als eine ungeübte Person. Neben der generellen Erfahrung bei der Teilnahme an Hörversuchen sollte auch die Produkterfahrung überprüft werden. Beispielsweise werden Sportwagenfahrer oder Sportwagenenthusiasten möglicherweise den sportlichen, lauten Klang eines solchen Fahrzeugs im Vergleich zu anderen



Teilnehmern eher akzeptieren oder sogar bevorzugen. Dies muss der Versuchsleiter bei der Auswahl der Teilnehmer und bei der anschließenden Auswertung berücksichtigen.

Anzahl der Teilnehmer

Auch die Anzahl der Teilnehmer beeinflusst die Messergebnisse. Je mehr Teilnehmer am Test teilnehmen, desto belastbarer ist die Datenbasis und umso größer wird das Verständnis für die erfassten Daten. Dies ermöglicht es beispielsweise Ausreißer besser zu identifizieren und persönliche Vorlieben der Teilnehmer auszugleichen. Allerdings ist es eventuell nicht einfach, für umfangreiche, zeitintensive Hörversuche eine große Zahl von Teilnehmer zu gewinnen. Um festzustellen, ob genügend Personen an einem Hörversuch teilgenommen haben, können verschiedene statistische Untersuchungen durchgeführt werden. So kann mithilfe von statistischen Formeln berechnet werden, wie wahrscheinlich eine Änderung der Mittelwerte bei einer größeren Anzahl von Teilnehmer wäre. Auf diese Weise kann der Versuchsleiter

seine Versuchsergebnisse statistisch absichern. Allerdings kann auch ein große Anzahl an Teilnehmern keine Fehler im Versuchsdesign oder eine ungeeignete Teilnehmerauswahl ausgleichen. Wurde zum Beispiel nicht darauf geachtet, eine für die Zielgruppe repräsentative Auswahl an Teilnehmern zu treffen, kann dies dazu führen, dass die Geräuschbeurteilungen nicht ohne weiteres auf die Zielgruppe übertragen werden können. Dies reduziert die Aussagekraft des Hörversuchs unter Umständen erheblich.

➔ Weiter zur [vierten Application Note über Hörversuche](#) mit einer Einführung in die Auswertung von Hörversuchen