Ein Beurteilungsverfahren für den Einfluss von Berührungsgeräuschen auf die Wahrnehmung der Materialqualität

Michael Haverkamp[1], Stefan Erdmann[2]

[1] *Ford Werke GmbH, 50735 Köln, E-Mail:mhaverka@ford.com*
[2] *Fachhochschule Köln, Campus Gummersbach*

Einleitung

Eine wesentliche Aufgabe der Produktentwicklung besteht in der Optimierung der vom Kunden wahrgenommenen Anmutung von Materialien und deren Oberflächen. Traditionell spielt dabei die visuelle Erscheinung die Hauptrolle. Daneben kann der Geruch in vielen Anwendungsfällen nicht vernachlässigt werden. Bei Teilen, die berührt werden, kommt die haptische Anmutung hinzu. Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass Geräusche, die beim Berühren von Oberflächen entstehen, nicht unwesentlich zur Produktwahrnehmung beitragen. So erzeugt etwa das Gleiten von Fingern und Handflächen über das Lenkrad beim Einparken ein deutliches Geräusch relativ großer Lautheit. Unpassende oder unangenehme Berührungs-geräusche können die wahrgenommene, multisensorische Qualität eines Produktes signifikant vermindern. Berührungs-geräusche gewinnen durch die deutliche Reduktion *klassischer* Geräuschquellen in Fahrzeugen an Bedeutung: Geräusche des Antriebsstranges wurden bereits wesentlich vermindert. Eine weitere Reduktion ergibt sich aus dem Wechsel von Verbrennungsmotoren zu elektrischen Antrieben. So ist die Wirkung von Geräuschen geringer Lautheit zunehmend wichtig. Beim Berühren typischer Lenkrad-Materialien sind mehr als 5 sone bzw. 50 dB(A) möglich. Auch aufgrund der deutlichen Wahrnehmbarkeit beeinflussen diese Geräusche die Beurteilung der Material-qualität. Standardisierte Verfahren zur objektiven Analyse der Wirkung von Berührungsgeräuschen auf die Gesamtanmutung existieren bislang jedoch nicht. Aus diesem Grund wurde ein Verfahren zur reproduzierbaren Untersuchung von Materialproben im Wahrnehmungs-experiment entwickelt. Die Methode wird hier erstmals vorgestellt. Sie beruht auf einer standardisierten Abtastung von Oberflächen mit einem Prüfkörper, der die Eigenschaften eines Fingers nachbildet. Das Geräusch wird aufgezeichnet und kann in Hörversuchen isoliert, oder in Kombination mit weiteren Sinnes-modalitäten untersucht werden.

Berührungsgeräusch und Qualitätsempfindung

Weil die Qualitätsanmutung beim Berühren von Oberflächen auch durch das dabei erzeugte Geräusch beeinflusst wird, sind die durch das Berührungsgeräusch vermittelten Assoziationen bei einer Optimierung der multisensorischen Anmutung mit zu berücksichtigen. Eine Oberfläche kann etwa nach Papier, Kork oder Polystyrol klingen. Das materialbezogene Geräusch beinhaltet damit auch Empfindungen der Qualität, die diesen Materialien intuitiv zugeordnet wird (Bild 1 oben). Diese können auf andere als die tatsächlich vorhandenen physikalischen Eigenschaften verweisen und so im ungünstigen Fall einen minderwertigen Eindruck vermitteln. Der Prozess zur Optimierung der Qualitätsanmutung (Abb. 1 unten) erfolgt sinnvoll über ein Referenzmaterials, das als hochwertig beurteilt wird und so die wahrzunehmenden Eigenschaften des verwendeten Materials vorgibt. Das tatsächlich für die Produktion einge-setzte Material muss über das Berührungsgeräusch die Eigenschaften des Referenzmaterials abbilden. Ganz allgemein bildet der ikonische Gehalt solcher Geräusche die wesentliche Grundlage zur Identifizierung des berührten Materials. Chion spricht von „materializing sound indices“ [1]. Das Wahrnehmungssystem ist in allen Sinnesbereichen bestrebt, ikonische Verbindungen zu finden [2].

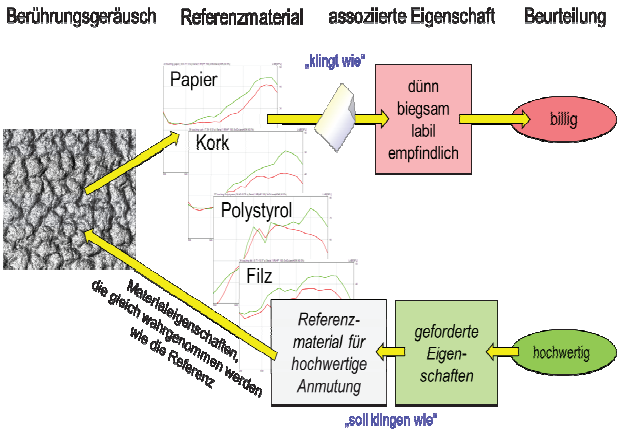

Abbildung 1: Assoziative Optimierung des durch Berührungsgeräusche vermittelten Qualitätsempfindens.

Aufbau zur standardisierten Messung

Zur Aufzeichnung von Berührungsgeräuschen ist eine standardisierte Vorrichtung notwendig, die individuelle Unterschiede beim Berühren von Materialien ausschließt. Die Geräusche können dann psychoakustischen Analysen unterzogen und in Hörversuchen unabhängig von den anderen Sinnen beurteilt werden. Es ist sinnvoll, nicht die auditive Qualität der *Geräusche* selbst beurteilen zu lassen, sondern die Empfindung der *Material*qualität, die mit dem Geräusch vermittelt wird. Abbildung 2 zeigt den ver-wendeten, vereinfachter Versuchsaufbau zur standardisierten Geräuscherzeugung [3]. Dabei werden flache Proben (Produktmuster) untersucht. Die für konstante Reibung erforderliche konstante Normalkraft wird durch einen künstlichen Finger erzeugt, der von Hand über die Probe

bewegt wird. Die Aufzeichnung erfolgt mit einem Standard-Messsystem.

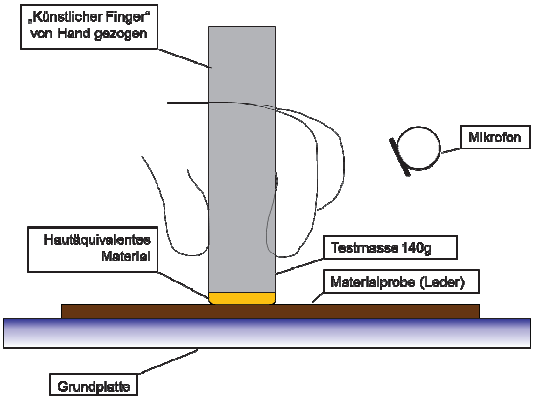

Abbildung 2: Prinzip des einfachen Verfahrens zur Bestimmung von Berührungsgeräuschen.

Auf einen elektro-mechanischen Antrieb wurde hier verzichtet, um das Hintergrundgeräusch gering zu halten. Der „Finger“ simuliert die typische Normalkraft der Fingerspitze als *virtuelles Gewicht*. Beim realen Abtasten von Materialien ist die Fingerkraft Ergebnis eines aktiven bio-dynamischen Adaptionsprozesses. Zur Bestimmung einer geeigneten Näherung wurden Testpersonen aufgefordert, den Zeigefinger ihrer rechten Hand sowie die gesamte Hand über die Metalloberfläche einer Waage zu ziehen. Mit 19 Versuchspersonen wurde das virtuelle Gewicht bei 2 Geschwindigkeiten bestimmt. Das optimale Gewicht des künstlichen Fingers liegt demnach im Bereich 129-172g; es wirkt auf eine mittlere Kontaktfläche von 1cm². Nubuk-Leder dient als Haut-Äquivalent für die Kontaktfläche zur Probe. Zur Aufzeichnung des Berührungsgeräusches wurde der „Finger“ mit einer Geschwindigkeit von 0,26 m/s bewegt. Dämpfungseffekte der Hand sind zu minimieren, ein Stick-slip Effekt muss vermieden werden. Die Mikrofonposition wurde so gewählt, dass sich der beste Kompromiss zur Reduktion von Nahfeldanteil und Doppler-Effekt bei ausreichendem Störgeräuschabstand ergibt.

Geräuschbeurteilung

Es wurden 11 Proben von Lenkradmaterialien untersucht: 3x Topleder, 5x Spaltleder sowie 3x synthetisches Material (Kunstleder). Als Versuchspersonen nahmen 30 (76,9%) Männer und 9 (23,1%) Frauen teil. Für den Hörversuch wurden die Geräusche auf eine einheitliche Lautheit normiert, um den ikonischen Gehalt unabhängig von der Reizintensität beurteilen zu können.

Ergebnisse

Exemplarisch zeigt Abbildung 3 die Beurteilung für die semantischen Differentiale *minderwertig-hochwertig* und *rau-glatt*. Zwei Fabrikate des synthetischen Materials zeigen eine signifikant erhöhte Rauigkeit, die zu einer - ebenfalls signifikanten - Abwertung der empfundenen Qualität beiträgt. Topleder und Spaltleder werden hier anhand der Geräuschqualität - bei normierter Lautheit - als gleichwertig empfunden. Untersuchungen zum Einfluss der Lautheit zeigen darüber hinaus jedoch, dass zunehmende Lautheit mit einer Verminderung des Qualitätseindrucks verbunden ist [4]. Insgesamt belegt Abbildung 3 nur geringe Unterschiede in der wahrgenommenen Materialqualität. Dabei ist zu berücksichtigen, dass – mit Ausnahme der synthetischen Proben – nur Material verwendet wurde, das für die Anwendung bereits optimiert ist. Innovative, ungewohnte Materialien bewirken in der Regel größere Unterschiede der Beurteilung.

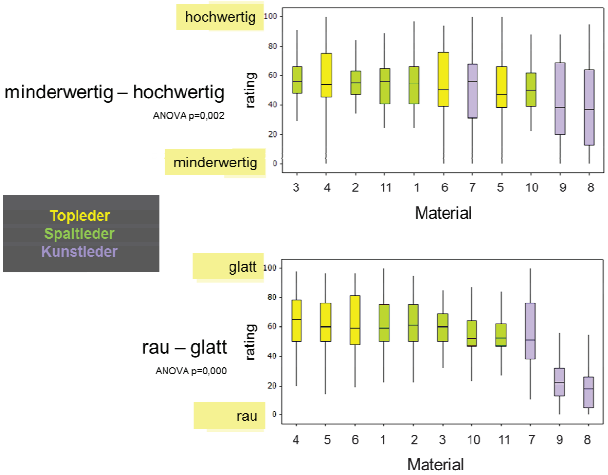

Abbildung 3: Ergebnisse der Geräuschbeurteilung für Lenkrad-Materialien bei normierter Lautheit.

Schlussfolgerung

Das vorgestellte Verfahren hat den Vorteil eines einfachen Versuchsaufbaus, der unmittelbar auf übliche Produktmuster angewandt werden kann. Da auf einen elektromechanischen Antrieb verzichtet wird, entstehen keine störenden Nebengeräusche. Die Reproduzierbarkeit hängt jedoch von den Fähigkeiten des Operators ab, der geübt sein muss, eine gleichmäßige Geschwindigkeit bei geringer Bedämpfung des künstlichen Fingers einzuhalten. Dies könnte durch den Einsatz eines Systems verbessert werden, das entweder den Testfinger oder das Material selbst bewegt. Die Geräusch-reduktion des Antriebs stellt jedoch eine besondere Herausforderung dar. Darüber hinaus sind Verfahren gefragt, mit denen das Berührungsgeräusch an Bauteilen beliebiger Geometrie untersucht werden kann.

Literatur

[1] Chion, M. Audio-Vision, Sound on Screen. Columbia University Press, New York, 1994

[2] Haverkamp, M. Synesthetic Design, Handbook for a Multi-Sensory Approach. Birkhäuser, Basel, 2012

[3] Erdmann, S. Entwicklung eines Messverfahrens zur Optimierung von Berührungsgeräuschen. Fachhochschule Köln, 2013

[4] Moldenhauer, K. Entwicklung eines Verfahrens zur Messung der vom Menschen wahrgenommenen Akustik von Oberflächen. FH Aachen, 2014