

## Schallanalysen für Unfallgutachten

Matthias Mändl, Jürgen Schafberger

Labor für Akustik und Schallanalyse, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden,  
E-Mail: m.maendl@oth-aw.de

### Einleitung

Die akustische Wahrnehmbarkeit von Verkehrsunfällen gewinnt neben der taktilen Wahrnehmung im Zuge der wachsenden Schadenshöhe schon bei Kleinkollisionen zunehmend an Bedeutung, wenn es um die Klärung von Schuld- und Haftungsfragen vor Gericht geht. Häufig handelt es sich dabei um den mit Strafverfahren bewehrten Vorwurf der Fahrerflucht, wenn einem Unfallverursacher nach dem Entfernen vom Unfallort nachgewiesen werden kann, dass das Unfallgeschehen wahrnehmbar war. Anhand von zwei Fallbeispielen werden Ergebnisse von Schallanalysen bei Unfallsimulationen vorgestellt, bei denen die konkrete Unfallsituation z.T. am Originalschauplatz und mit Originalfahrzeugen nachgestellt worden war.

### Wahrnehmbarkeit

In der Unfallforschung geht man davon aus, dass ein Geräusch sicher wahrnehmbar ist, wenn es den vorhandenen A-bewerteten Gesamtschallpegel um wenigstens 3 dB erhöht [1]. Geräusche mit schmalbandigen (tonhaltigen) Frequenzanteilen - wie die Töne einer Warnsignal-einrichtung in Fall 2 - gelten außerdem bereits dann als wahrnehmbar, wenn die schmalbandigen Anteile im Frequenzspektrum deutlich erkennbar sind [2][3]. Das ist weit entfernt von dem, was in der Psychoakustik als Mithörschwelle bekannt ist, hat sich aber in der Rechtsprechung so durchgesetzt.

### Fall 1: Außenspiegelkollision

In diesem Fall sollte die akustische Wahrnehmbarkeit von Kollisionsgeräuschen bei einer Spiegelkollision beurteilt werden. Bei der Simulation sollte ein reales Unfallgeschehen zwischen einem langsam fahrenden Oberklasse-PKW und einem in gleicher Fahrtrichtung parkenden Mittelklassefahrzeug nachgestellt werden (Abb.1). Dazu fanden auf einem Testgelände insgesamt vier Messfahrten mit teilweise unterschiedlichen Anprallgeschwindigkeiten mit den Originalfahrzeugen statt.

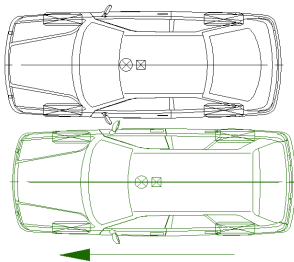


Abbildung 1: Unfallskizze der Spiegelkollision Fall 1 [4]

Im Innenraum des stoßenden Fahrzeugs wurden drei Messmikrofone an den Kopfstützen sowie in unmittelbarer Ohrnähe des Fahrzeuglenkers angebracht. Auf dem Beifahrersitz befand sich ein Oberkörper torso mit binauralem Kunstkopfmesssystem (Abb. 2).



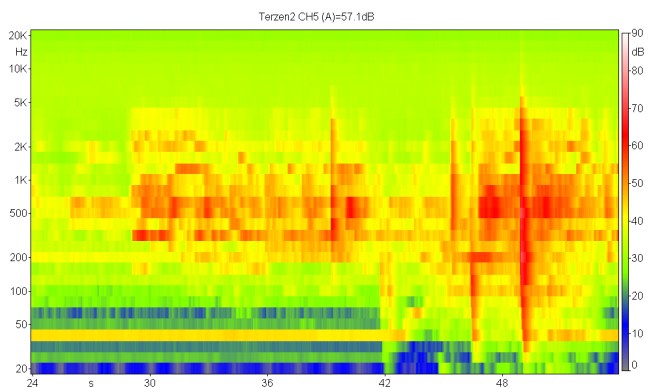
Abbildung 2: Einbaulagen der Messmittel im Fahrzeug

**Pegelerlauf:** Bei allen vier Versuchsfahrten wurde am Mikrofon Kanal 5 Ohr eine schlagartige Erhöhung des Schalldruckpegels ( $\Delta L_{AF}$ ) um wenigstens 10 dB(A) mit langsamerem Abklingen festgestellt (Tabelle 1). Das Kollisionsgeräusch ist damit bei allen Fahrten für einen Normalhörenden deutlich akustisch wahrnehmbar, weil die Pegelerhöhung durch den Aufprall deutlich über 3 dB liegt. Auffallend war, dass bei allen Fahrten der Aufprall-Pegel am linken Kopfstützenmikrofon höher war als am rechten, sodass vom binauralen Pegelunterschied her eine Fehlortung wahrscheinlich ist.

	Fahrt 1	Fahrt 2	Fahrt 3	Fahrt 4
<i>im Maximum:</i>				
$L_{AF}$ Mikrofon 1 Kanal 1 links	73,9	73,1	76,6	76,8
$L_{AF}$ Mikrofon 2 Kanal 2 rechts	70,8	72,3	75,8	76,5
$L_{AF}$ Kunstkopf Kanal 3 links	74,1	77,1	79,3	80,4
$L_{AF}$ Kunstkopf Kanal 4 rechts	77,1	81,1	83,4	84,6
$L_{AF}$ Mikrofon Kanal 5 Ohr	73,9	74,6	77,7	78
<i>ca. 1s vor der Kollision:</i>				
$L_{AF}$ Mikrofon Kanal 5 Ohr	63,2	58,5	58,3	61,5
$\Delta L_{AF}$ Mikrofon Kanal 5 Ohr	10,7	16,1	19,4	16,5

Tabelle 2: Pegel bei den verschiedenen Versuchsfahrten

**Spektralverlauf:** Abb. 3 zeigt exemplarisch das Sonogramm einer Versuchsfahrt. Man erkennt bei allen Kollisionen einen deutlichen, breitbandigen Pegelanstieg über fast den ganzen hörbaren Spektralbereich. Der Schwerpunkt des Anstiegs liegt im tieffrequenten Bereich von 100 – 200 Hz. Somit sind die Kollisionsgeräusche im Innenraum des fahrenden Fahrzeugs als eher dumpf zu

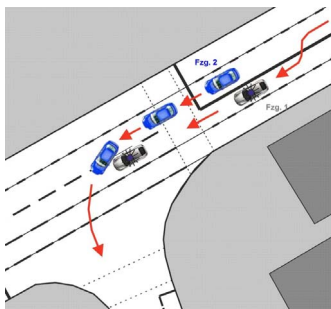


**Abbildung 3:** Sonogramm bei Fahrt 4, das Kollisionsgeräusch ist etwa bei Sekunde 49 zu erkennen

bezeichnen. Die typischen hochfrequenten Anteile, die z.B. von brechendem Kunststoff verursacht werden, fehlen hier. Es besteht damit eine gewisse Verwechslungsgefahr mit anderen impulsartigen Geräuschen, die beim normalen Fahrbetrieb z.B. durch schlechten Straßenbelag - wie er am Originalschauplatz vorhanden war - auftreten können, sodass eine eindeutige Zuordnung zu einem Unfallgeschehen zweifelhaft ist.

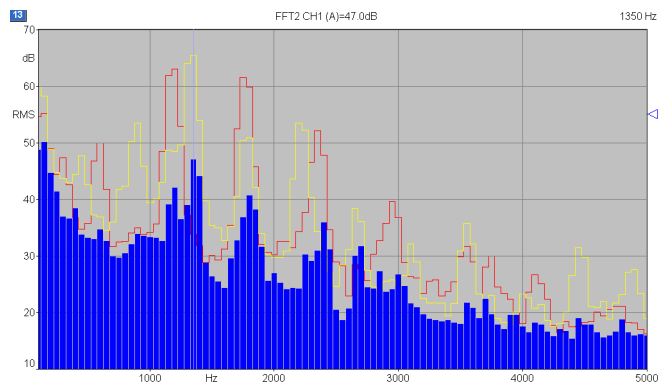
## Fall 2: Kreuzungskollision mit einem Notarztfahrzeug

In diesem Fall sollte die Wahrnehmbarkeit einer akustischen Warnsignaleinrichtung („Martinhorn“) bei einer Kreuzungskollision zwischen einem abbiegenden PKW und einem Notarztfahrzeug untersucht werden (Abb.4). Für das Unfallgutachten war es hierbei entscheidend, den zeitlichen Abstand zwischen der sicheren akustischen Wahrnehmung des Warnsignals und der Kollision festzustellen.



**Abbildung 4:** Unfallskizze der Kreuzungskollision Fall 2

**Messablauf:** Bei der Unfallsimulation fuhr das bevorrechtigte Fahrzeug mit eingeschalteter akustischer Signaleinrichtung (Fzg.1) mit 60km/h von hinten auf der Gegenfahrbahn auf den Unfallgegner (Limousine der gehobenen Mittelklasse, Fzg. 2 ) zu. Die Messungen fanden zur Berücksichtigung der akustischen Umgebung (Schallabsorption und -reflexion, Fremdschall) am Unfallort mit dem Originalfahrzeug 1 und einem baugleichen Fzg. 2 statt. Auf das Abbiegen von Fzg.2 wurde zur Vermeidung einer Kollision verzichtet. Der Messaufbau im Innenraum von Fzg. 2 war mit Ausnahme des Ohrmikrofons identisch mit Fall 1. Die akustischen Messungen wurden mit Hilfe eines Startschusses mit den Weg-Zeitmessungen des Unfallgutachters synchronisiert.



**Abbildung 5:** Frequenzspektrum linker Kanal Kunstkopf 6s vor der Kollision (blau) und Wechselsignal der Warneinrichtung (rot/gelb)

**Ergebnis:** Sechs Sekunden vor der Kollision ist ein deutlicher Pegelanstieg auf beiden Kanälen durch die sich nähernde Signaleinrichtung festzustellen. Spätestens ab diesem Zeitpunkt ist das Warnsignal wahrnehmbar. Dies wird durch das Frequenzspektrum des linken Kunstkopfkansals zu diesem Zeitpunkt (Abb. 5) verdeutlicht. Mindestens drei Obertöne der Signaleinrichtung treten deutlich aus dem Hintergrundgeräusch hervor.

## Zusammenfassung und Ausblick

Schallanalysen stellen in bestimmten Fällen ein wertvolles Instrument für die Wahrheitsfindung nach Verkehrsunfällen dar und können bei Unfallrekonstruktionen als wichtiges, manchmal sogar als einziges Beweismittel dienen. Von entscheidender Bedeutung ist es hierbei möglichst viele der akustische Parameter, die die Geräuschwahrnehmung beeinflussen, zu bestimmen und mit den Wahrnehmbarkeitsschwellen der Psychoakustik zu vergleichen. Bei den Untersuchungen zu Fall 2 hat sich als weitere Problematik die Frage der akustischen Ortbarkeit von Warnsignalen bevorrechtigter Wegebenutzer in modernen, gut schallgedämmten Fahrzeuginnenräumen gestellt. Hierzu wird in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung und Rechtspflege in Bayern, FB Polizei in Sulzbach-Rosenberg im Sommersemester 2014 ein Forschungsprojekt zur Untersuchung der akustischen Lokalisierbarkeit von Warnsignalen mit Hilfe von Hörversuchen gestartet.

## Literatur

- [1] Burg, Moser (Hrsg.) „Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion“: Gallus, Gut, Wolfer: „Bemerkbarkeit von Kleinkollisionen“, Springer 2007
- [2] Hoger: „Dynamische Wahrnehmbarkeitsanalyse eines Martinshorns im Frequenzspektrum“, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Sep. 2010
- [3] Golder: „Unfälle mit Fahrzeugen mit Sonderrechten“, VRR 9/2008
- [4] Gotthard, Lang: „Bemerkbarkeit: Die akustische Wahrnehmung von Kleinkollisionen“, Diplomarbeit, Hochschule für angewandte Wissenschaften München, 2010