

Charakterisierung von Reifen-Fahrbahn-Geräuschen mit Geräuschbegriffen

Sandra Buss^{*)}, Reinhard Weber^{*)}, Werner Liederer^{**)}, Volker Mellert^{*)}

^{*)} Universität Oldenburg, Fachbereich Physik/ Akustik, 26111 Oldenburg

^{**)} Continental AG, Jädekamp 30, 30419 Hannover

Einleitung

Um Anhaltspunkte zur Verbesserung von Reifen zu erhalten, werden unter anderem subjektive Beurteilungen von Reifengeräuschen durchgeführt.

Während des Ausrollvorgangs bewertet der Subjektivprüfer das Rollgeräusch der Reifen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten mit einer kategorialen Notenskala. Ferner werden besondere Geräuschphänomene, die dem Beurteiler auffallen, mit speziellen Geräuschbegriffen charakterisiert. Das Vorhandensein von bestimmten Geräuschphänomenen gibt einen Hinweis auf Verbesserungsmöglichkeiten.

Die Besonderheiten der subjektiven Beurteilung von Reifengeräuschen werden untersucht hinsichtlich der Benennung von Geräuschbegriffen und des Zusammenhangs zwischen der Benennung der Geräuschbegriffe und der Benotung. Auch die Änderung der Bewertung mit der Geschwindigkeit wird betrachtet.

Subjektivbeurteilungen

Analysiert werden Subjektivbeurteilungen von 833 Reifensätzen aus dem Zeitraum Januar 1997 bis März 2000. Der Datensatz enthält Bewertungen im Geschwindigkeitsbereich 0 - 120 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ in Schritten von 10 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Im Folgenden wird unter einer Beurteilung die Bewertung eines Reifensatzes in einem Geschwindigkeitsintervall verstanden, so dass der gesamte Datensatz aus 9501 Beurteilungen besteht.

Eine Bewertung beinhaltet die Benotung auf einer Skala von 1 (extrem laut) bis 10 (sehr leise) in Schritten von 0,5 und die Angabe von eventuell vorhandenen Geräuschphänomenen.

Die verwendeten Geräuschbegriffe bezeichnen Phänomengruppen, die sich aus verschiedenen Unterbegriffen zusammensetzen. Dabei wird differenziert zwischen verschiedenen Erscheinungsformen eines Geräuschphänomens.

Benennung verschiedener Geräuschbegriffe

Der am häufigsten genannte Geräuschbegriff ist Wummern (in 28% aller Beurteilungen) (Abb. 1). Die Phänomene Profilgeräusch, Dröhnen, Grummeln, Rauschen und Knurren/ Mahlen werden in rund 15% aller Beurteilungen genannt. Klopfen und Zischen kommen nur in weniger als 5% aller Bewertungen vor.

In einem Drittel aller Beurteilungen wird kein Geräuschbegriff benannt, in einem weiteren Drittel genau ein Geräuschbegriff (Abb. 2 links). Für mehr gleichzeitig benannte Phänomene nimmt die Häufigkeit mit steigender Anzahl

ab. Es werden maximal fünf Geräuschbegriffe zugleich benannt. Der Median der bei einer Beurteilung auftretenden Geräuschphänomene beträgt eins.

Zusammenhang zwischen der Nennung von Geräuschbegriffen und der Benotung

Mit steigender Anzahl bei einer Beurteilung genannter Phänomene sinkt die Note (Abb. 2 rechts). Dabei ist die Notendifferenz zwischen der Beurteilung ohne Nennung eines Phänomens und der mit nur einem Phänomen am größten. Kommen weitere Phänomene hinzu, sinkt die Note nicht mehr so stark.

Die Änderung der Note beim Auftreten eines Phänomens liegt für die meisten Geräuschbegriffe bei einer Verschlechterung von 0,5 Notenpunkten (Abb. 3). Die Änderung der Note ist hier berechnet als die Differenz der Noten, die gegeben werden, wenn kein Phänomen und wenn nur das eine Phänomen benannt wird.

Geschwindigkeitsabhängigkeit der Beurteilungen

Die mittlere Anzahl der benannten Phänomene variiert mit der Geschwindigkeit (Abb. 4 links). Bei 80 - 90 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ werden im Mittel die meisten Geräuschphänomene benannt. Zu höheren Geschwindigkeiten sinkt die mittlere Anzahl, da in diesem Geschwindigkeitsbereich Windgeräusche überwiegen. Mit abnehmender Geschwindigkeit nimmt die Intensität der Geräuschphänomene ab.

Bei der Benotung zeigt sich eine gegensätzliche Geschwindigkeitsabhängigkeit (Abb. 4 rechts). Die Note ist im Bereich 50 - 70 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ mit ca. 6 Notenpunkten am niedrigsten. Zu höheren und niedrigeren Geschwindigkeiten steigt die Note und erreicht dabei bei 10 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ 6,8 Notenpunkte.

Auch bei der Häufigkeit, mit der einzelne Geräuschphänomene benannt werden, zeigt sich eine Geschwindigkeitsabhängigkeit (Abb. 5). Während Profilgeräusch, Dröhnen,

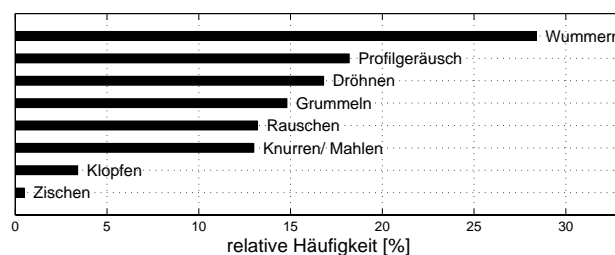


Abbildung 1: Relative Häufigkeit der Benennung einzelner Geräuschbegriffe.

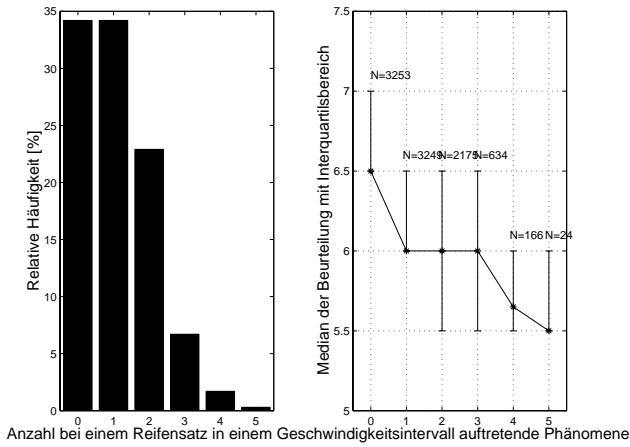


Abbildung 2: links: Relative Häufigkeit für k gleichzeitig benannte Phänomene (k=0,...,7), rechts: Mittlere Benotung in Abhängigkeit der Anzahl der benannten Phänomene

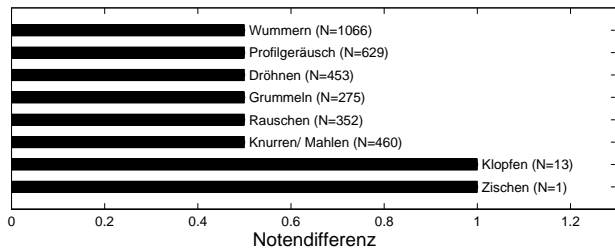


Abbildung 3: Veränderung der Note durch das Vorhandensein eines Phänomens.

Grummeln, Rauschen, Klopfen und Zischen am häufigsten bei höheren Geschwindigkeiten um 80 - 100 $\frac{km}{h}$ benannt werden, tritt Wummern am häufigsten bei 50 - 60 $\frac{km}{h}$ auf und Knurren/ Mahlen bei 20 - 30 $\frac{km}{h}$. Die mittlere Geschwindigkeit, bei der ein Phänomen benannt wird, spiegelt dieses Ergebnis wider (Abb. 6).

Zusammenfassung

Subjektivbeurteilungen der Reifengeräusche von 833 Reifensätzen werden analysiert.

Die Beurteilung erfolgt mit Noten zwischen 1 und 10 und durch Geräuschbegriffe, die auffällige Geräuschphänomene beschreiben.

Bei einer Beurteilung werden zwischen keinem und fünf Geräuschbegriffe gleichzeitig genannt. Je mehr Phänomene benannt werden, desto stärker sinkt die Note. Dabei hat die Art des Geräuschphänomens kaum einen Einfluss.

Sowohl die mittlere Anzahl der benannten Phänomene als auch die Benotung und die relative Häufigkeit der einzelnen Phänomene sind geschwindigkeitsabhängig.

Literatur

Gauterin, F.: Objektivierung der subjektiven Beurteilung zeitlich schwankender tieffrequenter Reifengeräusche. Dissertation, Oldenburg, 1994.

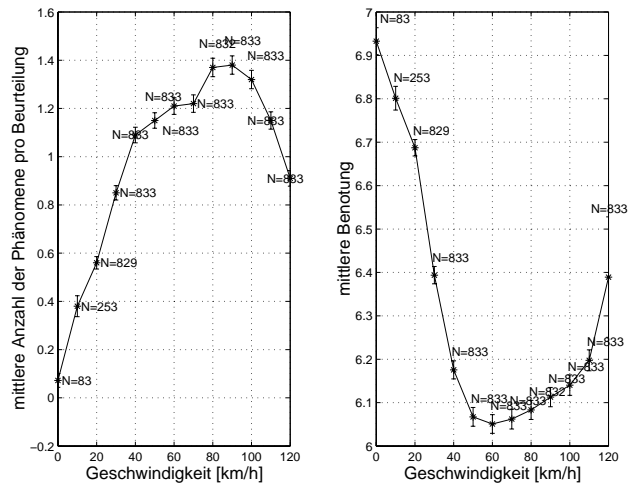


Abbildung 4: links: Mittlere Anzahl der Phänomene in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, rechts: Mittlere Benotung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.

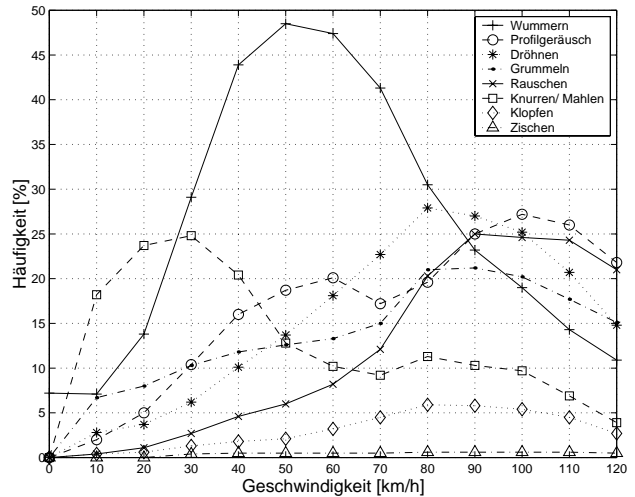


Abbildung 5: Relative Häufigkeit der Nennung der Phänomene in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.

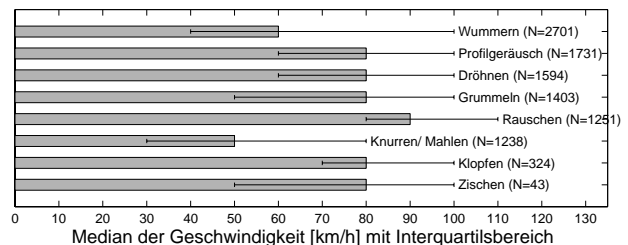


Abbildung 6: Mittlere Geschwindigkeit, bei der ein Phänomen benannt wird.