

# Akustische Untersuchung von Motorsägen

Gerhard Krump

Technische Hochschule Deggendorf, 94469 Deggendorf, E-Mail: gerhard.krump@th-deg.de

## Einleitung

Motorsägen werden meist mit Verbrennungsmotor betrieben und befinden sich relativ nahe am menschlichen Ohr. Obwohl bei der Bedienung stets Gehörschutz getragen werden muss, stellen sie dennoch eine sehr laute Schallquelle dar, die hinsichtlich Lautheit und Lästigkeit im Rahmen der technischen Möglichkeiten zu optimieren ist. Es wurden dreizehn Motorsägen zweier Hersteller mit unterschiedlichen Leistungsklassen gemessen und ein akustisches Datenblatt mit den wesentlichen physikalischen und psychoakustischen Messgrößen zusammengestellt. In Hörversuchen wurden mit semantischem Differential subjektive Eindrücke hinsichtlich Lautheit, Lästigkeit, Wertigkeit, Antriebskraft und Aggressivität ermittelt. Die Messergebnisse und Hörversuchsergebnisse werden in Korrelation zu Preis, Motorleistung und Herstelldatum gesetzt und moderne mit alten Geräten verglichen, um festzustellen, ob sie sich aus akustischer Sicht verbessert haben.

## Akustische Datenblätter

Es wurden im freien Feld von allen Motorsägen pegelrichtige Geräuschaufnahmen mit der laufenden Säge in der Hand in Arbeitsstellung durchgeführt, wobei in 1 m Entfernung vom Auspuff sowie oberhalb der Säge sowohl im Leerlauf als auch bei Vollgas gemessen wurde. Neben diesen vier Messungen wurde zudem das Geräusch bei Arbeitshaltung 60 cm vom Gerät entfernt in Ohrnähe bei Vollgas, jedoch ohne Schneidarbeit aufgenommen. Diese Aufnahmen wurden für die nachfolgenden Hörversuche verwendet.

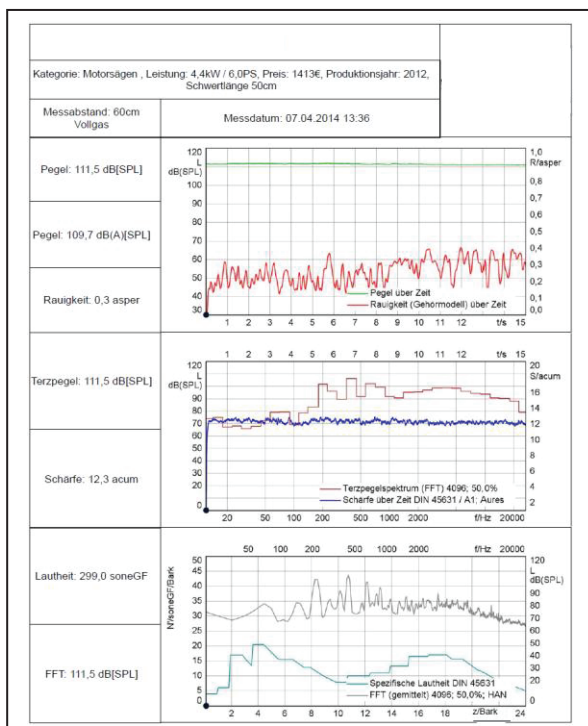


Abbildung 1: Datenblattangaben am Beispiel der Motorsäge M12.

Von allen fünf Aufnahmen wurden Datenblätter mit den wesentlichen Werten gemäß Abbildung 1 angefertigt. Zudem wurden typische Daten wie Baujahr, Leistung und Preis erfasst. Gemessen wurde mit einem kalibrierten Schallpegelmessgerät NTi XL2 mit Klasse 1-Mikrofon (Kugelcharakteristik, Zeitkonstante „fast“), psychoakustische Größen wurden mit ArtemiS berechnet.

## Hörversuche

Für subjektive Aussagen wurden die Motorsägen mit Hilfe des semantischen Differentials auf einer Linienlänge von 10 cm hinsichtlich 14 verschiedener Kriterien beurteilt. Hierzu wurden die 10 Sekunden langen Geräusche binaural in einer schallgedämmten Kabine mit einem freifeldentzerrten Kopfhörer DT48 dargeboten, wobei der Pegel wegen der hohen Werte jeweils um 15 dB gegenüber dem Originalpegel gesenkt wurde. Die acht Versuchspersonen (3 weiblich, 5 männlich) im Alter von 18 bis 25 Jahren konnten ihren subjektiven Eindruck über die einzelnen Bewertungskriterien durch Markierung an jedem Punkt der von 0 bis 10 äquidistant unterteilten Linie festlegen. Jedes Geräusch konnte von der Testperson beliebig oft wiederholt werden und wurde zweimal beurteilt. Ausgewertet wurden die Zentralwerte der sechzehn Angaben pro Beurteilungskriterium. Vor der Versuchsdurchführung hatten die Personen einen Fragebogen über die eigene Nutzung von Motorsägen auszufüllen.

## Ergebnisse

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen für Hersteller A bzw. B die Beurteilungsergebnisse in Verbindung mit den wesentlichen Gerätedaten nach Produktionsjahr der Motorsägen geordnet. Die teuersten Geräte sind rot, die preisgünstigsten sind grün hinterlegt. Die beiden Motorsägen M2 und M13 werden per Akku elektrisch betrieben und haben keine Leistungsangabe. Sie unterscheiden sich bei beiden Herstellern von den anderen benzingetriebenen Sägen, indem sie wesentlich geringere Pegel um 87 dB(A), Lautheiten von 60 bis 70 sone und geringere Schärfe um 5 bis 7 acum aufweisen. Subjektiv werden sie als leise, zahm, angenehm, ruhig, aber auch schwach und dünn bewertet. Wertigkeits- und Preiseinschätzungen liegen bei mittleren Linienlängen.

Bei Motorsägen mit Verbrennungsmotor kommen neben dem Kettenlaufgeräusch die dominierenden Motorgeräusche hinzu und erreichen sehr hohe Pegel- und Lautheitswerte. Die angegebenen A-bewerteten Pegel erhöhen sich unbewertet um ca. 2 dB. Prinzipiell sind nur Geräte mit gleicher Leistung vergleichbar. Geräte neueren Baujahres bei Hersteller A bewirken bei Leistungserhöhung von 3,8 PS (M4) auf 4,6 PS (M5) zwar ca. 5 dB Pegelerhöhung, ein weiterer Sprung auf 5,9 PS (M6) verändert jedoch den Pegel nicht. Ähnliches gilt für Hersteller B, bei dem die Leistungssteigerung von 4,8 PS (M11) auf 6,0 PS (M12) zu geringerem Pegel führt.

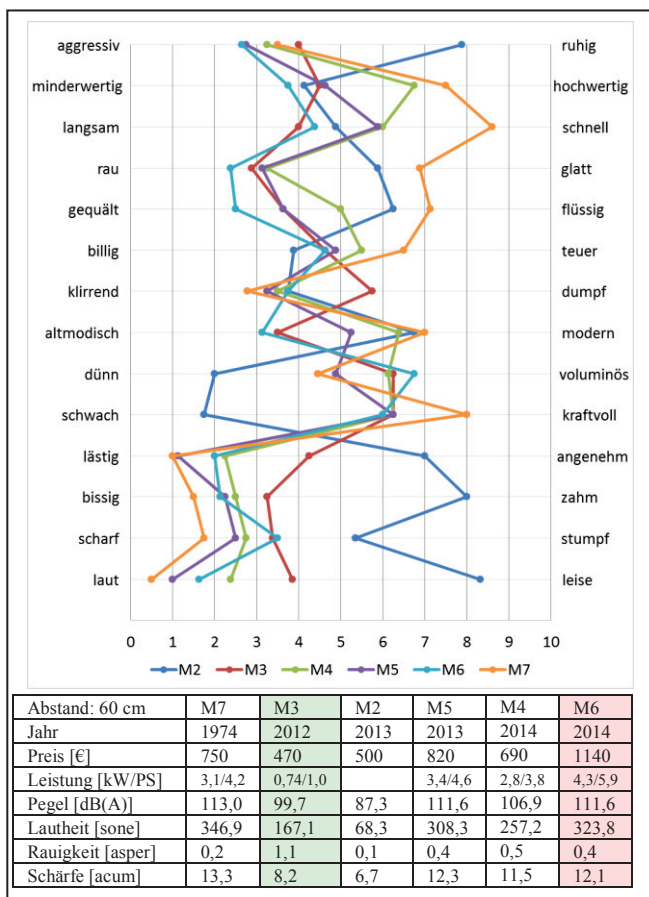


Abbildung 2: Beurteilungsergebnisse und Daten, Hersteller A.

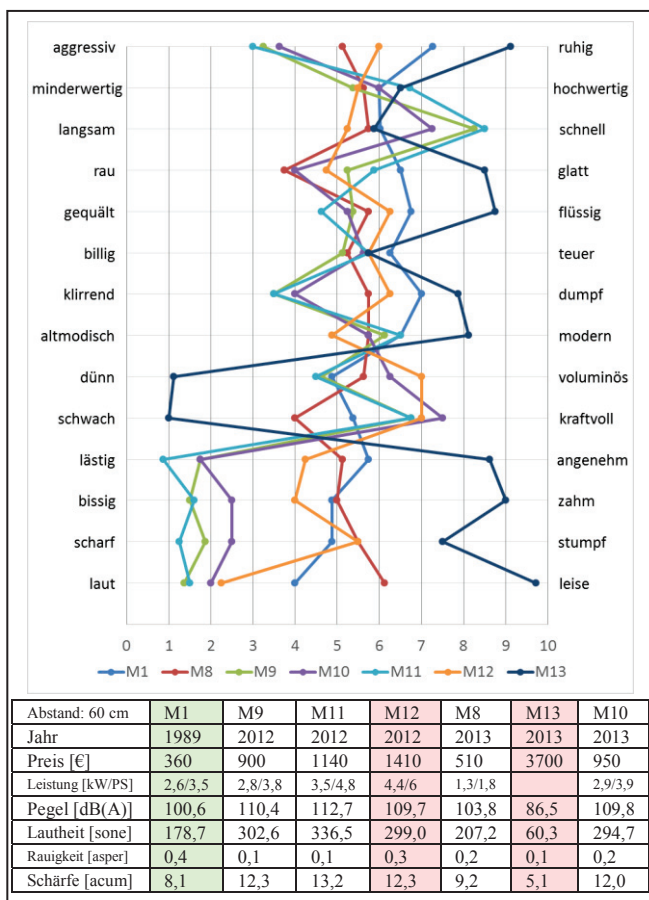


Abbildung 3: Beurteilungsergebnisse und Daten, Hersteller B.

Die höchsten Werte bezüglich Pegel, Lautheit und Schärfe besitzt die älteste Motorsäge M7 des Herstellers A. Sie wird von den Probanden mit Extremwerten für laut, scharf, bissig, lästig, aber auch kraftvoll, teuer und hochwertig eingestuft. Der Nachfolgetyp M4 mit etwas geringerer Leistung ist messtechnisch um 25 % leiser und erhält in den negativen Eigenschaften bessere Beurteilungen, klingt allerdings auch rauer und weniger hochwertig als M7, ist aber etwas besser als die fast gleichalten M5 und M6. M3 wird vermutlich nur wegen seiner geringeren Leistung leiser, zahmer und angenehmer empfunden. Bei Hersteller B stellt M1 das älteste Gerät dar und besitzt die besten messtechnischen Werte in seiner Leistungsklasse, auch im Vergleich mit Hersteller A, und ist zudem am preisgünstigsten. M1 erhält konsequent ohne Ausreißer mittlere Beurteilungen und wird im Vergleich zu den untersuchten anderen Motorsägen noch relativ angenehm, leise und ruhig eingestuft. Die untereinander messtechnisch und subjektiv ähnlich bewerteten Nachfolge- modelle M9 und M10 weisen gegenüber M1 schlechtere Daten auf. Sie klingen zwar kraftvoller, aber erheblich lauter, bissiger, lästiger und aggressiver. Die Lautheit von M10 hat gegenüber M1 um 65 % zugenommen und liegt auch über dem vergleichbaren Gerät M4 von Hersteller A. Die Motorsäge M12 hat zwar die höchste Leistung, wird aber im Vergleich zu M9, M10 und M11 weniger scharf, bissig, lästig und aggressiv, sondern kraftvoll, voluminös und ruhig eingestuft, besitzt jedoch ähnliche Messwerte wie M9 und M10. Ein Vergleich von in Abbildung 1 dargestelltem Spektrum, Spezifischer Lautheit oder Terzpegelverteilung mit Messungen anderer Motorsägen lässt keine Vorhersagen für diese Beurteilungen zu. M8 erhält wegen geringer Leistung Beurteilungen im mittleren Bereich, liegt aber in vielen Kriterien etwas schlechter als Säge M1 mit doppelter Leistung.

### Zusammenfassung

Die untersuchten Motorsägen weisen abgesehen von den beiden Elektrogeräten sehr hohe Pegel, Lautheiten und Schärfe auf und klingen zum Großteil lästig, bissig und aggressiv. Bei Hersteller A zeigten sich laut der in dieser Untersuchung verwendeten Motorsägen über die Jahre hinweg akustische Verbesserungen, weil das alte Modell M7 ungünstige Werte hatte. Die alte Motorsäge M1 von Hersteller B ist am preisgünstigsten und besitzt bereits relativ gute Daten, so dass Nachfolgemodelle in Messwerten und subjektiven Beurteilungen sich eher verschlechtert haben. Nach 25 Jahren Entwicklungszeit, sicherlich unter verschärften Abgasvorschriften, befindet sich unter den ausgewählten dreizehn Motorsägen keine, die die immer noch im Einsatz befindliche Säge M1 in allen akustischen Beurteilungskriterien deutlich übertrifft. Zu beachten ist jedoch, dass ein um 10 dB höherer Pegel neuerer Geräte bei gleicher Gehörschützerdämmung auch das Gehör entsprechend stärker belastet. Der Preis einer Motorsäge richtet sich mehr nach der Leistung und ist keine Garantie für eine gute Akustik. Trotz abgesenktem Pegel erlaubt das semantische Differential gute Vergleiche und elektrische Sägen werden spezifisch beurteilt.

Der Autor dankt Herrn Stefan Mayer für die Aufnahme der Motorsägeneräusche und Stefanie Kräh, Eva Hasenberger und Jessica Laxa für die Durchführung der Hörversuche im Rahmen ihrer Studienarbeit.