



# Lärmbegrenzung

Lautstärke an handgeführten Elektrogeräten  
nach Norm prüfen

imc Test & Measurement

**Application Note** // Peter Schreiweis, imc Test & Measurement

# Lärmverschmutzung als Gesundheitsrisiko

---

Der Einsatz von Geräten und Maschinen in vielen Bereichen des Alltags, hat dem Menschen zahlreiche Tätigkeiten erleichtert. Zur Kehrseite dieser Automatisierung zählt jedoch, dass zahlreiche technische Innovationen mit einer Lärmbelastung verknüpft sind, die so hoch sein kann, dass sie krank macht. Eine dauerhaft hohe Lautstärke beim längeren Betrieb von Geräten und Maschinen wird als belastend wahrgenommen. Im Consumer-Bereich kommen hier vielleicht die Motorengeräusche des Rasenmähers oder das Rattern der Heckenschere, die aus dem Nachbargarten tönen, in den Sinn. Andererseits verknüpfen Käufer und Bediener elektrischer Werkzeuge die Lautstärke mit einer kraftvollen Funktion oder begreifen diese als Qualitätsmerkmal. So verfügt zum Beispiel ein Rasenmäher im unteren Preissegment über einen Schalldruckpegel von 79 dB(A) und über einen Schallleistungspegel von 94,2 dB(A).

## Obligatorische Messungen nach Norm

An dieser Stelle greift der Gesetzgeber ein, der in regelmäßigen zeitlichen Abständen die Grenzwerte für die Schallabstrahlung reduziert. Während der Produktentwicklung, häufig auch in der Produktion als stichprobenartige End-of-Line-Messung, beispielsweise von handgeführten Elektrogeräten, ist daher das Messen der Lautstärke obligatorisch und durch DIN EN ISO-Normen festgelegt, um die Sicherheit und Umweltverträglichkeit eines Produkts zu gewährleisten. Es geht dabei in den Normen DIN EN ISO 3741 - 3747 um die Bestimmung von Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen.

# Messung und Auswertung von Schalleistung und Schallenergie

Für die hier vorgestellten Beispielmessungen an einer elektrischen Asterschere und an einem Handstaubsauger kommt eine Hemisphäre mit Mikrofonen zum Einsatz. Diese repräsentiert eine gedachte Hüllfläche, die mit dem Radius von 1 Meter um das Messobjekt gelegt wird. Die Hemisphäre ist mit 10 Mikrofonen besetzt. Hierfür eignet sich besonders gut eine G.R.A.S. Hemisphäre 67HA-05 mit 10 Mikrofonen und einem Radius von 1m. Der Radius der Hemisphäre ist durch die Norm in Bezug auf die Größe des Objekts festgelegt. Weiterhin darf laut Norm die charakteristische Abmessung des Prüflings nicht mehr als die Hälfte des Messradius betragen. Bei verschiedenen Geräten kommen daher abhängig von der Größe des Geräts unterschiedlich große Hemisphären zum Einsatz.



**ABB 1.**  
*Messaufbau für eine Schalleistungsmessung an einer elektrischen Asterschere nach Norm mit Hemisphäre.*

## Messdatenerfassung und Datenanalyse

Für die Erfassung der Messdaten wird das Messsystem imc CRONOSflex eingesetzt. Der modulare Aufbau des Geräts ermöglicht räumlich verteilte Messungen und eine Erweiterung des Grundmoduls um verschiedene Messmodule. Die Möglichkeiten der Einsatzorte der einzelnen Module sowie die Anzahl der Messkanäle sind dadurch skalierbar und fast unbegrenzt. Für die Datenanalyse der aufgenommenen Messdaten nach Norm kommt imc WAVE zum Einsatz, eine Softwareplattform für die Schall- und Schwingungs-Analyse (NVH-Analyse).

**ABB 2.**

Modulares Messsystem  
imc CRONOSflex

**Datenanalyse nach Norm mit imc WAVE noise**

Mit dem imc WAVE noise Analysator für die Schall- und Schalleleistungsanalyse lassen sich die akustischen Eigenschaften von Messobjekten ermitteln. Die Software kann die Signale mehrerer Mikrofone parallel, online und synchron verarbeiten. Die Eigenschaften eines Kanals lassen sich von Hand eingeben oder per TEDS-Chip automatisch einlesen. Zudem ist die Schalleistungsmessung nach ISO 374x in imc WAVE noise eine eigene Funktion. Die Software leitet den Anwender dabei Schritt für Schritt in der normgerechten Analyse an, von der Gerätekonfiguration über die Kalibrierung bis hin zur Messung und einem professionellen Report. imc WAVE bildet die Anordnung der Mikrofone an der Hemisphäre im Diagramm ab und erkennt, ob die richtigen Mikrofone mit den richtigen Kalibrierwerten eingesetzt sind. Nach der Aufnahme der Messdaten sind die Signale der einzelnen Mikrofone als Aufnahme verfügbar, auch die Schallquellen lassen sich einzeln grafisch anzeigen.

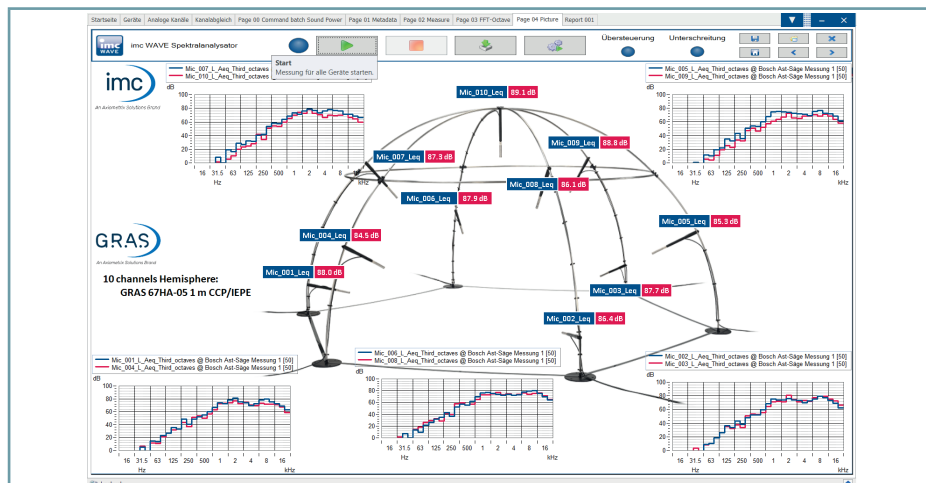
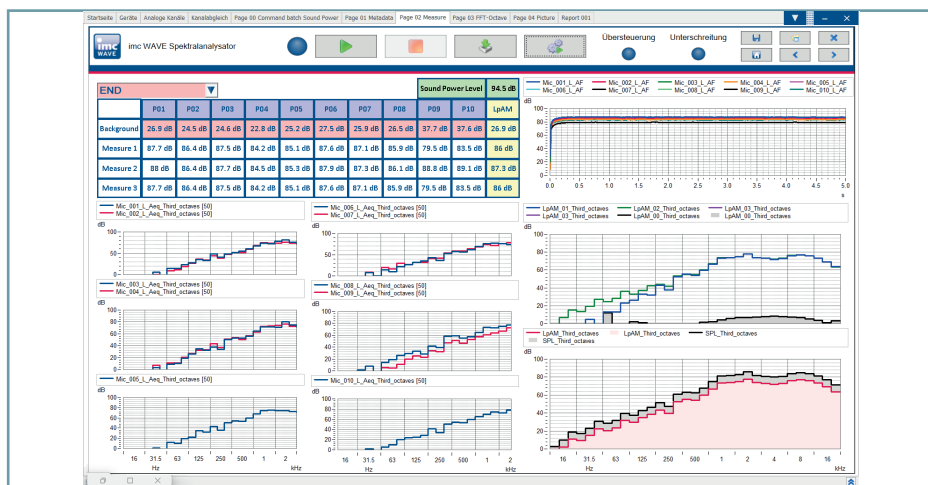
**ABB 3.**

Abbildung der Mikrofonkonfiguration an der Hemisphäre in der Testsoftware imc WAVE noise

## Kalibriermessung des Mikrofons als integrierte Funktion

Eine Messung nach Norm erfordert eine Kalibriermessung des Mikrofons, die sowohl vor als auch nach der Messung durchgeführt werden muss. Dies ist als Funktion in imc WAVE integriert. Dabei kann der Messwert des integrierten Schall-Kalibrators GRAS 42AG auf den per Norm vorgegebenen akustischen Kalibrierwert justiert werden oder es wird einfach nur eine Kontrollmessung durchgeführt. Beide Verfahren werden mit dem Messkanal dokumentiert. Neben der Schallanalyse lässt sich das Mikrofonsignal im Oktav- oder Terzspektrum sowie als FFT-Analyse in Echtzeit berechnen und als 2D- oder 3D-Diagramm (Wasserfall) darstellen. Neben den integrierten Funktionen lassen sich in imc WAVE eigene Oberflächen erstellen.

Die Funktionen von imc WAVE sorgen hier für eine Zeitersparnis, umso mehr, wenn – wie im Fall der Astschere – die Messung nach Norm mehrmals durchgeführt werden muss, da das Gerät einen Teleskopstiel hat. In dem hier gezeigten Diagramm ist die Schallimmission an den Ohren des Bedieners davon abhängig, wie weit ist die Schallquelle vom Bediener entfernt ist. Bei einer Schallleistung von 94,5 dB ist der Bediener in einer Entfernung von 2,10 m einem Schallpegel von 76,9 dB ausgesetzt. Verlängert der Bediener die Höhenverstellung von 2,10 m auf 2,60 m, verringert sich der Schalldruckpegel von 76,9 auf 74,0 dB.



**ABB 4.**

Screenshot imc WAVE noise – Übersicht über eine Messung nach Norm bestehend aus 3 gemittelten Messdurchläufen

### Einfache Handhabung, geringer Schulungsaufwand

Eine komplette Testlösung für die Messung nach Norm, die sowohl in der Produktentwicklung als auch für die stichprobenartige Überwachung der laufenden Serie dienen kann, umfasst eine Hemisphäre, an der mehrere Testmikrofone angebracht sind und ein Messgerät sowie eine PC-basierte Software für die Datenanalyse. Diese Messlösung verspricht eine einfache Handhabung mit vertretbarem Schulungsaufwand. Die einzige Herausforderung beim Einrichten der Messung dürfte in der Positionierung der Mikrofone an der Hemisphäre bestehen. Ist die Messlösung eingerichtet, ermöglicht sie Zeitersparnis im Testaufbau, bei der Messung sowie in der effizienten Auswertung der Messdaten.

imc Test & Measurement und der Messmikrophon-Hersteller G.R.A.S. verfügen hierfür über ein vielfältiges Spektrum an Messhardware, Software für die Datenauswertung, Mikrofonen und Zubehör. Als Sensoren kommen verschiedene Hemisphären von G.R.A.S. Sound & Vibration mit 10 oder 20 Mikrofonen Typen zum Einsatz. Diese werden mit einem Messsystem aus der imc CRONOSflex-Familie verbunden, für Kalibrierung und Start der Messung als auch für die Auswertung der Messdaten und die Reporterstellung kommt die Software imc WAVE zum Einsatz. Für Messungen mit bis zu acht Kanälen ist ein imc CRONOSflex-400-WAVE mit 400 kHz Summenabtastrate einschließlich 8-Kanal-Messverstärker ein kompaktes Gerät. Ein Messsystem, das mehr als acht Kanäle erfasst, stellt das leistungsstärkere imc CRONOSflex-2000-GP dar, dessen Kanäle sich in 8-ter Schritten durch zusätzliche Messmodule bis auf 24 Kanäle erweitern lassen. Werden noch mehr Kanäle benötigt, lassen sich mehrere imc CRONOSflex Messsysteme miteinander synchronisieren und gleichzeitig messen

Die G.R.A.S. Hemisphäre ist sehr benutzerfreundlich ausgelegt, da sich hier die Mikrofone gemäß der Schallleistungs-Norm sehr einfach positionieren lassen. Da die Mikrofone leicht zugänglich sind, lässt sich das gesamte Setup der Hemisphäre und der Mikrofone bei verschiedenen Objekten sehr einfach verändern. Zum Beispiel lassen sich mehr Mikrofone bei gleichem Radius einsetzen, um die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Da die G.R.A.S. Mikrofone über eine TEDs Funktionalität verfügen, ist das Ankleben an den Messverstärker einfach, da sich die richtigen Kalibrierwerte für die Mikrofone und deren Position automatisch synchronisieren lassen.