



**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

Siemens Digital Industries Software

# Fehlerbeseitigung und Reduzierung der Geräusche von Haushaltsgeräten

Testbasierte Ansätze können dazu  
beitragen, Schalleistungswerte  
systematisch und effizient zu reduzieren

## Kurzdarstellung

Wichtige Merkmale aller Arten von Haushaltsgeräten und weißer Ware sind die Geräuschpegel und die Qualität der Geräusche. Hersteller haben erkannt, dass sie ansprechende Geräusche als Markenidentität und als Wettbewerbsvorteil nutzen können. Hersteller von Haushaltsgeräten können hinsichtlich der Akustik bessere Produkte auf den Markt bringen, wenn sie die Geräuschpegel und die Geräuschqualität aller ihrer Produkte optimieren.

Wie können Hersteller den Schalleistungswert von Geschirrspülern oder Waschmaschinen der neuen Generation verringern? Die Trial-and-Error-Methode oder das wahllose Hinzufügen von Schallschutzmaterial bei Prototypen sind keine optimalen Ansätze. Dafür lassen sich Schalleistungswerte mit testbasierten Ansätzen auf systematische und zeiteffiziente Weise reduzieren.

# Hintergrund

Der gegenwärtige Trend der zunehmenden Verdichtung von Städten, dem Kauf von kleineren Wohnflächen mit offenen Küchen hat zur Folge, dass Menschen permanent von Geräuschen umgeben sind. Schnelllebige Umgebungen steigern den Wunsch nach geräuscharmen Wohnungen. Kunden sind empfindlicher für die Geräusche geworden, die von ihren Haushaltsgeräten ausgehen. Sie wollen bei ihren Gesprächen nicht von den Störgeräuschen einer Spülmaschine unterbrochen werden.

Die Markenwahrnehmung ist in der Haushaltsgeräte- und Konsumgüterindustrie von sehr großer Bedeutung. Da der Erfolg einer Marke direkt mit der Geräuschkentwicklung zusammenhängt, werden große Investitionen getätigt, um die perfekte Produktakustik zu erzielen. Hersteller müssen bestimmte, von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) festgelegte Vorschriften und Standards erfüllen. Beispielsweise ermöglicht die ISO-basierte Bestimmung der Schalleistungspegel den Vergleich von Geräuschpegeln von verschiedenen Geräten auf absolute Weise, unabhängig von der Entfernung zum Objekt und von der akustischen Umgebung in der gemessen wurde. Darüber hinaus erscheint der beim ISO-Schalleistungstest erzielte Wert auf dem EU-Energieetikett für weiße Ware. So können Hersteller ihre Geräte mit Vorgängermodellen oder mit Marken von Wettbewerbern vergleichen. Außerdem können Endanwender beim Kauf eines Geräts im Ladengeschäft oder online sichergehen, dass sie die leiseste Marke auswählen.

Eine Sache ist es, den Schalleistungswert zu messen. Aber was passiert, wenn ein Kernwettbewerber ein neues Modell auf den Markt bringt, das nur ein oder zwei Dezibel (dB) niedriger liegt als ihr Modell? Derartige Entwicklungen auf dem Markt können zur Folge haben, dass Hersteller Marktanteile verlieren und Umsatzeinbußen verzeichnen.

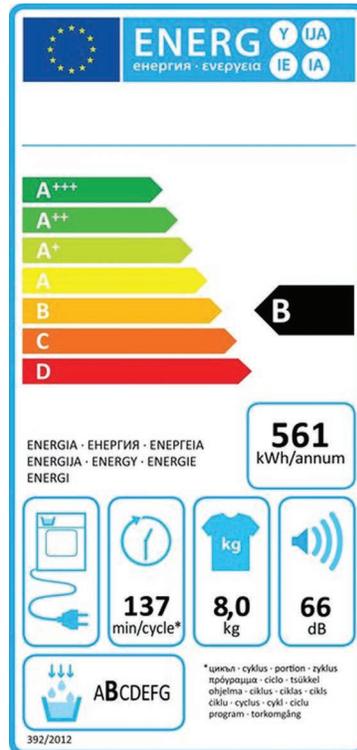


Abbildung 1: EU-Energieetikett.

# Intelligente Strategien zur Verbesserung von Produktgeräuschen

Hersteller verfolgen unterschiedliche Strategien, um Geräusche zu verbessern, wie beispielsweise durch Abschirmen des Geräuschs, Ortung der Quelle und über das Verständnis der zugrundeliegenden Phänomene mit zusätzlichen Informationen.

## Abschirmen des Geräuschs

Gerätegeräusche können relativ leicht abgeschirmt werden, indem zur Dämpfung oder zum Absorbieren des Geräuschs, bevor es in den Raum gelangt, Schalldämpfungsmaterial hinzugefügt wird. Im Geräteinneren kann zusätzliches Schalldämpfungsmaterial verwendet werden, um das abgestrahlte Geräusch weiter zu verringern. In der Regel wird eine Bitumenschicht auf die Seitenabdeckungen aufgetragen wie beispielsweise bei Waschmaschinen oder Geschirrspülern.

Wie verhält es sich, wenn Hersteller neue Materialien oder eine Kombination aus mehreren Schichten ausprobieren möchten? Es müssen nicht bei jedem Test alle unterschiedlichen Schalldämpfungsmaterialien eingesetzt werden. Die Schallabsorption und der Übertragungsverlust dieser Materialien können mithilfe der Standards für Impedanzrohre wie ISO 10534 oder ASTM E1050 mit den Simcenter™ Testlab™-Lösungen für Schallabsorption oder Schallübertragungsverluste anhand einer kleinen Stichprobe ermittelt werden. Alternativ bieten raumbasierte Testeinrichtungen (ISO 354 und ISO 140) die gleichen Absorptions- und Übertragungskurven.

Nachdem das optimale Material ausgewählt wurde, muss als Nächstes geklärt werden, wo es eingesetzt wird. Es ist nicht effizient, das Schallschutzmaterial auf allen Panels einzusetzen. Besser ist es, die Stellen auszuwählen, an denen dieses Material am wirkungsvollsten ist. Bei einer Produktion von Tausenden

Geschirrspülern pro Tag kann die Einsparung eines Cents beim Schalldämpfungsmaterial für eine große Kosteneinsparung sorgen. Wenn Sie die größten akustischen Leckstellen kennen, wissen Sie, wo Sie die Konstruktion modifizieren müssen. Diese akustischen Leckstellen lassen sich am schnellsten mit einer array-basierten Schallquellenortung finden, wie sie beispielsweise das Simcenter™ Sound Camera™-System bietet.

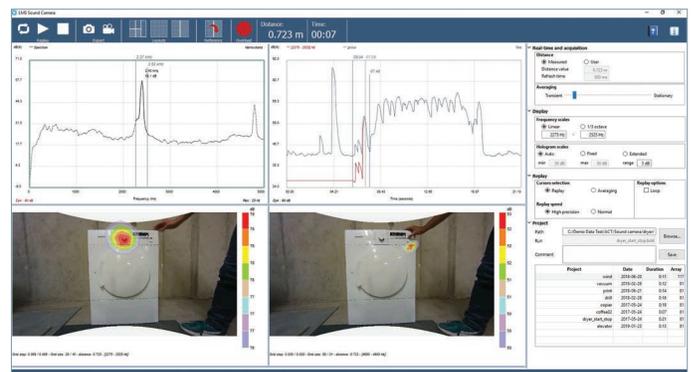


Abbildung 2: Simcenter Sound Camera-System.

Echtzeit-Hologramme zeigen die akustischen Hotspots und die kritischen Frequenzen an. Ähnlich wie eine Infrarotkamera (bei der bestimmte Farben die Bereiche mit höheren Temperaturen anzeigen), erkennt die Sound Camera die Herkunft der höchsten Geräuschpegel.



Abbildung 3: Messung des Übertragungsverlustes.

### Verstehen des Geräuschübertragungsweges

Anstatt festzustellen, wo das Geräusch austritt, kann das Problem auch von innen bewältigt werden. Eine Waschmaschine besteht aus vielen beweglichen Teilen: rotierende Motoren und Bänder, Federn, die die Trommel halten, und anderen. Diese erzeugen entweder Schwingungen und verursachen Geräusche (die Quellen) oder verstärken bestimmte Frequenzen (die Transferpfade), sodass ein unerwartetes Geräuschproblem auftreten kann (das Empfangsende). Der Source-Transfer-Receiver-Ansatz von Siemens Simcenter erleichtert das Verständnis der zugrundeliegenden dynamischen Phänomene.

Dabei werden alle Komponenten identifiziert und als Funktion ihres dynamischen Verhaltens charakterisiert. Das Verständnis ihrer Interaktion und die Kenntnis der kritischen Frequenzen und Pfade helfen beim Ermitteln der „verantwortlichen Komponente“, an der Sie arbeiten sollten. Dieser systematische Ansatz lässt sich sehr leicht über Auswirkungsanalysen und die Betrachtung von Übertragungsfunktionen starten. Mit der Transferpfadanalyse (Transfer Path Analysis, TPA) von Simcenter Testlab können viel detailliertere Einblicke in das gesamte dynamische Verhalten von Produkten gewonnen werden.

### Formung des Geräuschs

Einige Hersteller von Haushaltsgeräten gehen noch einen Schritt weiter: Sobald sie die Geräuschpegel unter Kontrolle haben, untersuchen sie, welche Geräusche ihr Gerät erzeugt und ob diese Geräusche von den Endanwender geschätzt werden. Der Piepton beim Drücken der Starttaste, das Öffnen und Schließen der Tür und der plätschernde Ton der Waschmaschine beim Waschvorgang werden zu einem angenehmen Hörerlebnis gebündelt. Die erzeugten Geräusche so zu verformen, dass sie für das menschliche Gehör angenehm sind, ist Aufgabe der Geräuschqualitätsentwicklung (Sound Quality Engineering).

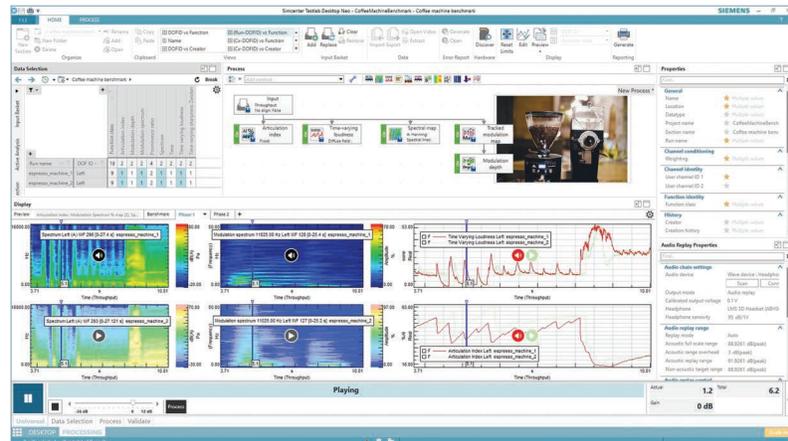


Abbildung 5: Simcenter Testlab Neo.

Dies ist ein relativ neues Gebiet in der Haushaltsgeräteindustrie, das sich in der Automobilindustrie aber bereits seit Jahrzehnten gut etabliert hat.

Bei der Entwicklung der Geräuschqualität werden verschiedene Geräusche mit einem binauralen Aufnahmegerät erfasst, wie zum Beispiel mit der Hardware Simcenter™ SCADAS XS und dem binauralen Kopfhörer. Diese Aufnahmen können entweder verwendet werden, um die Metriken der Geräuschqualität mit der Geräuschqualitätssoftware von Simcenter™ Testlab™ zu berechnen oder um mit dem Simcenter Testlab Jury Testing mit einer ausgewählten Anzahl von Kunden Hörsitzungen durchzuführen (sogenanntes „Jury Testing“).



Abbildung 4: Simcenter SCADAS XS.



Abbildung 6: Jury Testing mit binauralen Kopfhörern.

Die Metriken der Geräuschqualität sind objektive Berechnungen, mit denen gezeigt werden soll, wie bestimmte Geräusche von Menschen wahrgenommen werden. Dasselbe geschieht beim Jury Testing auf subjektiver Ebene, indem die aufgenommenen Geräusche einer Gruppe von Menschen vorgespielt werden, die ihre Bewertung der Geräusche anschließend elektronisch abgeben. Allerdings sind Jury Testing-Sitzungen sehr zeitraubend. Ziel ist es, eine „goldene Mitte“ zu finden, die Geräuschmetriken mit den beim Jury Testing erzielten Ergebnissen kombinieren.

Alles in allem gewährleistet die Kombination verschiedener Testmethoden, dass die Geräuschpegel und die Qualität der Geräusche Ihrer Haushaltsgeräte unter Kontrolle bleiben. Bezüglich der die Geräuschqualitätstests betreffenden Aspekte – binaurale Aufnahme, Geräuschmetriken und Jury Testing – bieten Simcenter Testlab und die Simcenter-Plattform SCADAS spezifische Tools und spezifische Benutzerschnittstellen, mit denen diese Aufgaben effizient durchgeführt werden können.

## Siemens Digital Industries Software

### Hauptsitz

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 972 987 3000

### Nord-, Mittel- und Südamerika

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 314 264 8499

### Europa

Stephenson House  
Sir William Siemens Square  
Frimley, Camberley  
Surrey, GU16 8QD  
+44 (0) 1276 413200

### Asien-Pazifik

Unit 901-902, 9/F  
Tower B, Manulife Financial Centre  
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong  
Kowloon, Hong Kong  
+852 2230 3333

## Über Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software fördert die Transformation von Unternehmen auf ihrem Weg in Richtung „Digital Enterprise“, in dem Engineering, Fertigung und Elektronikdesign bereits heute den Anforderungen der Zukunft entsprechen. Unsere Lösungen unterstützen Unternehmen jeder Größe bei der Entwicklung digitaler Zwillinge, die ihnen neue Einblicke, Möglichkeiten und Automatisierungsgrade bieten, um Innovationen voranzutreiben. Weitere Informationen über die Produkte und Leistungen von Siemens Digital Industries Software finden Sie unter [siemens.com/software](https://www.siemens.com/software) oder folgen Sie uns über [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) und [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

## [siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2019 Siemens. Eine Liste wichtiger Warenzeichen von Siemens findet sich [hier](#).  
Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

78830-82643-C3-DE 10/20 LOC