

Untersuchung des Standes der Lärminderungstechnik bei Mikro-BHKW

Christian Schulze¹, Jörn Hübelt¹, Stefan Richardt¹, Bettina Habelt¹, Johannes Herhold²

¹ Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH, Blumenstraße 80, D-01307 Dresden

² Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Söbrigener Str. 3a, D-01326 Dresden

Einleitung

Zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen kommen vermehrt dezentrale (Klein-) Anlagen, sogenannte Mikro-Blockheizkraftwerke (BHKW), zum Einsatz. Diese werden direkt im Wohnhaus, innerhalb von Wohngebieten bzw. in unmittelbarer Nachbarschaft zur Wohnbebauung installiert. Innerhalb dieses Beitrags wird ein Überblick über die Geräuschemission kommerziell erwerbbarer Anlagen sowie Maßnahmen zur Lärminderung an Mikro-BHKW gegeben. Die vorgestellten Ergebnisse sind Bestandteil der SILENA Studie [1], die im Auftrag des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) durchgeführt wurde.

Die Einteilung von BHKW erfolgt in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung P_{el} in kW nach [2] und [3]:

Nano - BHKW mit elektrischer Leistung $< 2,5$ kW

Mikro - BHKW mit elektrischer Leistung 2,5..15 kW

Mini - BHKW mit elektrischer Leistung 15..50 kW

Die vorliegenden Untersuchungen konzentrieren sich überwiegend auf BHKW mit $P_{el} \leq 15$ kW.

Schallquellen

Als dominante Luftschallemission konnte an den innerhalb der Studie [1] untersuchten Mikro-BHKW klar der vom Aggregat und der von der Kaminmündung abgestrahlte Schall identifiziert werden.

Hierbei sind an Aggregaten im Leistungsbereich bis 15 kW im akustischen Halbraum Schalldruckpegel in 1 m Entfernung von maximal ca. 70 dB(A) und minimal von ca. 50 dB(A) ermittelt worden. Für den Mündungsschall am Abgaskamin wurden in unmittelbarer Nähe (1 m) des Schornsteines im gleichen Leistungsbereich Werte zwischen 30 dB(A) und 65 dB(A) angegeben (vgl. Abbildung 1). Dabei ist zu beachten, dass besonders im tieffrequenten Bereich zwischen 30 Hz und 125 Hz deutliche, energetisch dominante Anteile im Frequenzspektrum zu beobachten sind. Anhand der in dieser Arbeit erhobenen Daten kann geschlussfolgert werden, dass Stirling-Motoren im Vergleich zu Diesel- und Gasmotoren eine deutlich geringere Schallemission aufweisen können. Weiterhin zeigen die Ergebnisse der untersuchten BHKW mit Gasmotoren z. T. eine geringere Schallemission im Vergleich zu BHKW mit Dieselmotoren bei gleicher Leistung (vgl. Abbildung 2).

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die direkte Vergleichbarkeit der von den Herstellern angegebenen Messwerte aufgrund unterschiedlicher Messverfahren und teilweise unvollständiger Angaben nur bedingt möglich ist.

Eine Beschreibung der von Herstellern verwendeten Messverfahren sowie Vorschläge einheitlicher Messverfahren, um die Vergleichbarkeit von Messergebnissen zu gewährleisten, sind in [1], Kapitel 4 gegeben.

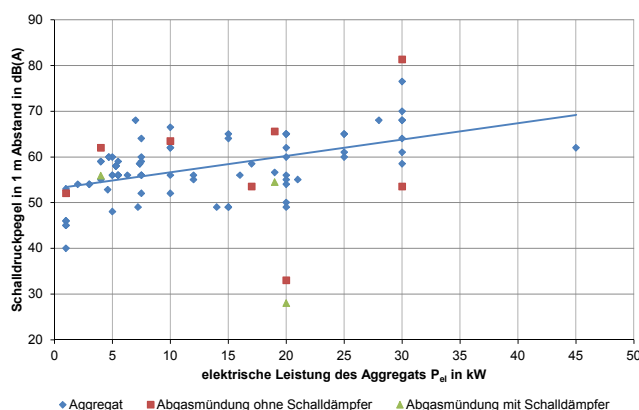


Abbildung 1: A-bewerteter Schalldruckpegel gemessen in 1 m Abstand zum Aggregat bzw. zur Abgasmündung ohne / mit sekundärem Abgasschalldämpfer (Datengrundlage: innerhalb des Projekts erstellte Datenbank aus Herstellerangaben)

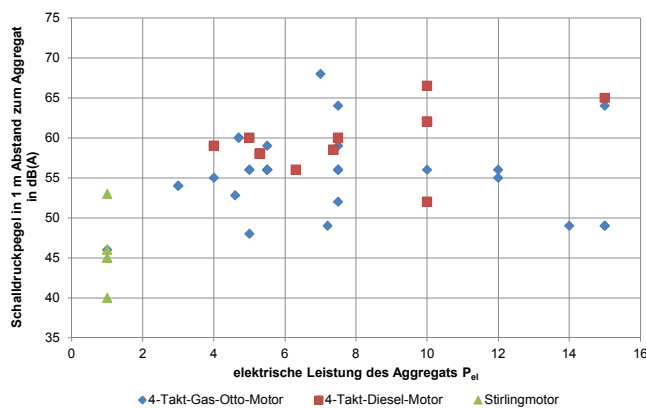


Abbildung 2: A-bewerteter Schalldruckpegel gemessen in 1 m Abstand zum Aggregat von BHKW mit verschiedenen Motoren (Datengrundlage: innerhalb des Projekts erstellte Datenbank aus Herstellerangaben)

Ausbreitungspfade

Luftschall kann auf verschiedenen Ausbreitungswegen in das eigene Haus oder in benachbarte Häuser übertragen werden. Die häufigere Ursache für eine Lärmbelästigung in der Nachbarschaft ist dabei der Mündungsschall. Im eigenen Haus kann jedoch die Übertragung von tieffrequenten Komponenten durchaus zum Problem werden. Körperschall wird fast ausschließlich ins eigene Haus übertragen. Dabei wird der Körperschall des BHKW-Aggregats über die Bodenplatte bzw. die Wand oder über Anschlussleitungen

übertragen. Abbildung 3 zeigt die drei dominanten Schallausbreitungspfade.

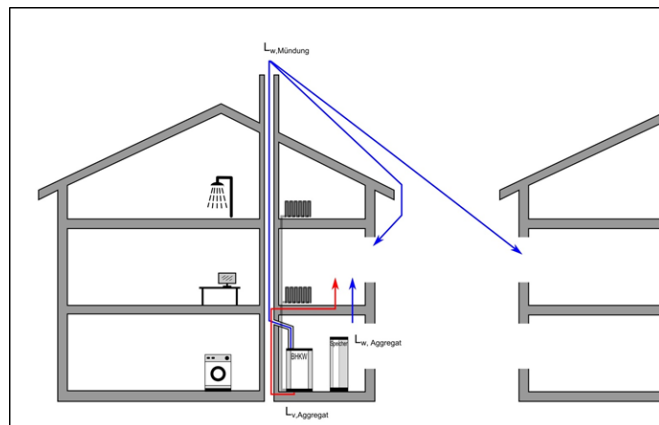


Abbildung 3: dominante Schallausbreitungspfade: Körperschalleintrag ins eigene Haus (rot), direkter Aggregatschall mit Übertragung ins eigene Haus (blau), Mündungsschallabstrahlung in Nachbarhäuser und das eigene Haus (blau)

Lärminderungsmaßnahmen

Grundsätzlich kann zwischen primären und sekundären Schallschutzmaßnahmen unterschieden werden. Die Studie [1] konzentriert sich auf nachträgliche schalltechnische, d. h. auf sekundäre Maßnahmen.

Mündungsschall: Schalldämpfer stellen eine effektive Möglichkeit dar, um den an der Mündung von Schornsteinen emittierten Schall von BHKW zu mindern. Im Allgemeinen besitzen BHKW bereits einen integrierten Primär-Schalldämpfer im Abgasstrang. Viele Hersteller bieten ebenfalls Sekundär-Schalldämpfer für die Installation im Keller außerhalb des BHKW oder auf dem Schornstein an. Es ist sinnvoll den jeweiligen Schalldämpfer auf das Spektrum des vom BHKW verursachten Mündungsschalls auszulegen. Bei der Auslegung muss unbedingt das Gesamtsystem betrachtet werden. Berechnungen innerhalb der Studie [1] haben gezeigt, dass der Einsatz eines Schalldämpfers bei gleichzeitiger Änderung der Länge des Gesamtsystems auch zu einer Verringerung der Minderungswirkung im tieffrequenten Bereich führen kann. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass Schalldämpfer mit einer hohen Wirkung im tieffrequenten Bereich große geometrische Dimensionen erfordern können. Eine platzsparende Alternative zu konventionellen passiven Schalldämpfern stellen hier aktive Systeme dar. Diese eignen sich besonders zur Minderung tiefer Frequenzen, sind jedoch u. U. etwas kostenintensiver als passive Systeme. Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Reduzierung des spektralen Schalldruckpegels an der Mündung des Kamins durch einen zusätzlich installierten Schalldämpfer, der vom Hersteller des ausgewählten BHKW angeboten wird. Dieser führt jedoch im Frequenzbereich von 40 Hz zu einer Erhöhung der abgestrahlten Schallleistung.

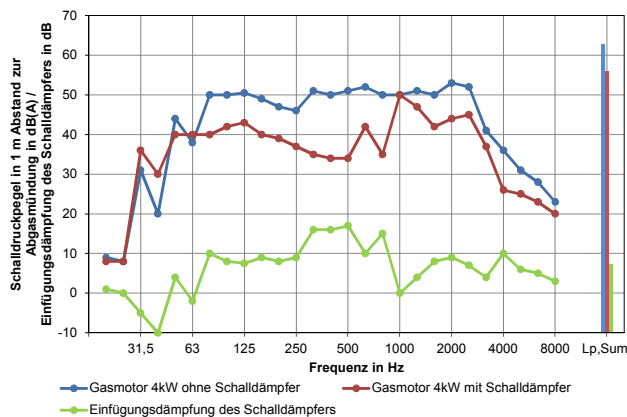


Abbildung 4: Exemplarisches A-bewertetes Schalldruckpegelspektrum gemessen in 1 m Abstand zur Abgasmündung eines BHKW mit 4 kW-Gasmotor ohne / mit sekundärem Schalldämpfer sowie resultierende Einfügungsdämpfung des Schalldämpfers (Datengrundlage: Messergebnisse des BHKW-Herstellers)

Aggregatsschall und trennende Elemente der Bauakustik:

Mit Hilfe einer schalldämmenden Kapsel ist es möglich, die Schallausbreitung einer Lärmquelle einzuschränken. Die Lärmquelle wird dafür von schalldämmend und schalldämpfend ausgebildeten Kapselwänden umschlossen. Der vom Motor des BHKW erzeugte Lärm kann durch eine Kapselung, zumindest im mittleren und hohen Frequenzbereich, wirkungsvoll reduziert werden. Da bei BHKW tieffrequente Anteile im Spektrum als besonders kritisch behandelt werden müssen, kann u. U. eine gut ausgelegte Doppelwandkonstruktion zum Ziel führen. Dabei ist zu beachten, dass die Masse-Feder-Masse-Resonanz der Doppelwand sehr tieffrequent ausgelegt werden muss.

Körperschall: Die Kraftanregung des Motors eines BHKW führt zu einer Übertragung der Schwingungen in das Fundament, die durch den Einsatz einer Körperschallisolation reduziert werden muss. Die sehr tieffrequenten Anregungsfrequenzen der BHKW erfordern Isolatoren mit geringer Steifigkeit. Mit Verringerung der Steifigkeit vermindert sich bei Elastomeren auch die Tragfähigkeit. Aus diesem Grund eignen sich für den sehr tieffrequenten Einsatz Stahl- und Luftfedern, da sie trotz geringer Steifigkeit noch über eine ausreichende Tragfähigkeit verfügen. Der Einsatz von Schwingungsisolatoren ist nur dann wirksam, wenn alle Übertragungswege vollständig unterbrochen sind. Ist die Quelle aus schwingungstechnischer Sicht nicht vollständig von ihrer Umgebung getrennt, ist die Entkopplung vollständig oder teilweise wirkungslos.

Literatur

- [1] Hübelt, J.; Schulze, C.: Lärminderung bei Mikro-BHKW (SILENA-Studie), Heft 8, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie LfULG, Dresden, 2014
- [2] Peht, M.: Micro Cogeneration. Springer Verlag, Berlin, 2006
- [3] BHKW-Forum e.V.: <http://www.bhkw-infothek.de>