Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 114 (1996)
Heft: 36

Artikel: Ausbreitung von Erschütterungsemissionen
Autor: Trefzer, Karl / Rosa, Ercolino
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79024

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ASIC-Artikelreihe
Karl Trefzer und Ercolino Rosa, Basel

Ausbreitung von Erschütterungsemissionen

Die adäquat abgestimmte dämpfende Lagerung eines Schwingungserregers (Maschine) ist in urbanen Gebieten noch immer die billigste Lösung. Sanierungen falsch gelagerter Maschinen sind um ein Vielfaches aufwendiger. Wie das im folgenden beschriebene Beispiel zeigt, kann auch über grössere Distanzen nicht immer mit einer Dämpfung der Vibrationen im Boden gerechnet werden.

Gut bis stark gespürt haben die Bewohner der Kommunalliegenschaften in Grossbasel-West die belästigenden Immissionen schon lange. Sieben Tage in der Woche, vierundzwanzig Stunden im Tag, über Jahre hinweg. Ihre Beanstandungen führten jeweils nur dazu, dass ihnen die Kündigung nahegelegt wurde. Die Erschütterungen manifestierten sich – allerdings nur in Räumen mit Holzbalkendecken – im ständigen Klappern von Kasten- und Schranktüren, im Klirren von Gläsern, Geschirr und Flaschen in Schränken, im Schwanken und Schwingen von längerstieligen Zimmerpflanzen und im sich einstellenden Harndrang auf ungepolsterten Sitzgelegenheiten (Schwingungen von 10 bis 18 Hz vermögen Harndrang auszulösen).

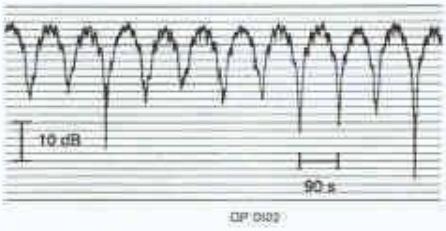
Bei den Erschütterungsimmissionen handelte es sich um eine ausgeprägte Schwebung mit der Frequenz von 12,3 Hz (1). Tiefe Resonanzfrequenzen von Holzbalkendecken sind bekannterweise im Gebiet von 10 bis 20 Hz angesiedelt. Alle rund 90 Sekunden verstärkten sich die Erschütterungen bis um den Faktor 100 und schwächten sich wieder ab (2). Aufgrund der Schwebung musste es sich vorerst um mindestens zwei Erschütterungserreger, z.B. Maschinen mit 750 Upm, handeln.

Quantifiziert wurden die Immissionen erst nach einer Gesamtsanierung der Liegenschaften und nachdem die Beanstandungen der Bewohner erneut und vermehrt laut geworden waren. Zuerst aber wurde eine sowohl umfangreiche als auch ebenso nutzlose Befragung der Bewohner, u.a. nach der Stärke, nach dem Zeitpunkt, bei welchem die Immissionen zum erstenmal aufgetreten waren, und sogar nach deren mutmasslichen Ursachen und Lage nach Himmelsrichtung (!) durchgeführt, die keine brauchbaren Resultate erbrachte und auch keine erbringen konnte. Die Antworten lauteten von nicht spürbar bis belästigend, von wenigen Monaten bis zu elf Jahren, für die mutmassliche Ursache vom Personen-, Lastwagen- und Tram- bis zum Schiffsverkehr auf dem Rhein und divergierten für die vermutete Richtung über 270° von Osten bis Süden.

Die Auswertungen der Messungen der Schwingbeschleunigung in der Z-Richtung ($A_{z,RMS}$) auf den Böden an einem charakteristischen Immissionsort der Wohnbauten ergaben das folgende Bild:

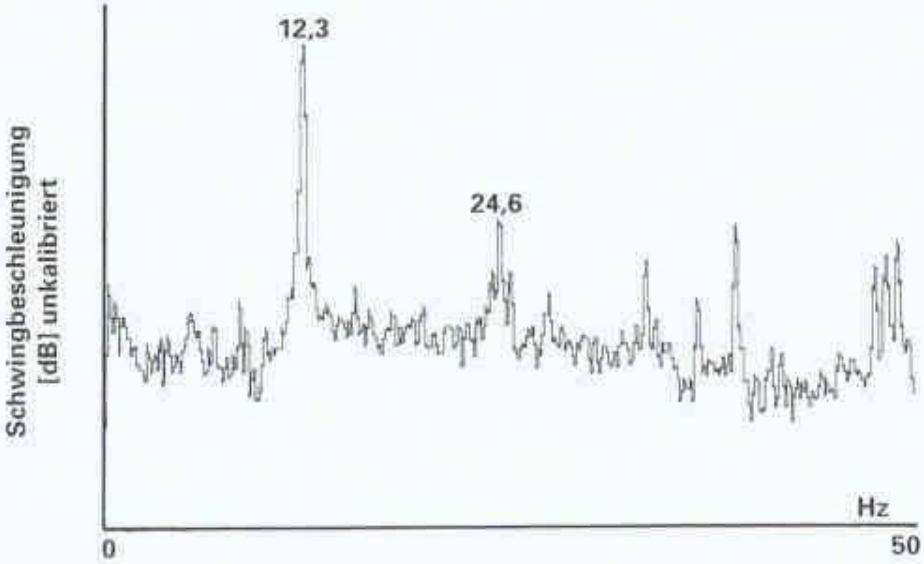
Ort	$A_{z,RMS}$ cm/s²
Keller	0,48
2. OG	12,6
4. OG	11,2

Die Vergrösserungsfaktoren Keller – 2. OG bzw. Keller – 4. OG wurden in der DIN 4150 (1975) [1], durch Resonanzen bedingt, mit 3 bis 8 als üblich und mit 15 als gelegentlich angegeben. Im vorliegenden Fall betrugen sie 26 bzw. 23. Dementsprechend betrugen die Anhaltswerte für die bewertete Wahrnehmungsstärke (KB-Anhaltswerte) 1,3 bis 1,5, was mit gut bis stark spürbar und sogar mit belästigend qualifiziert werden musste.

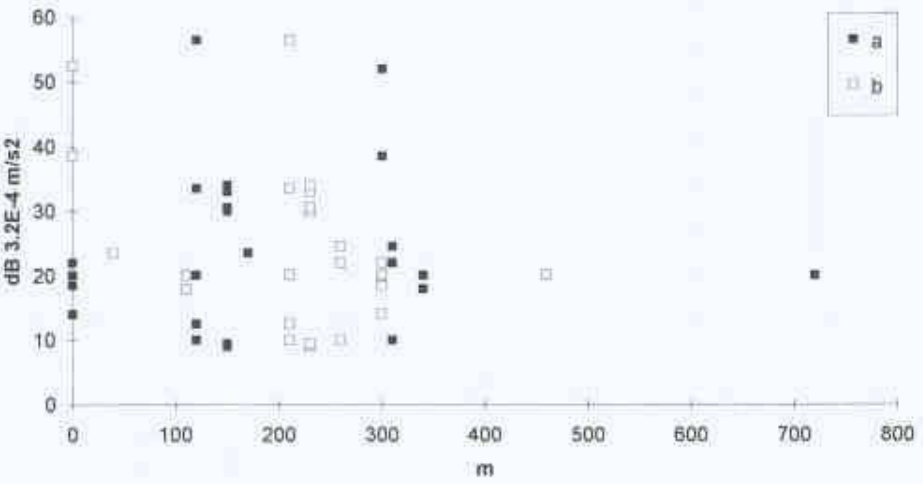


2
Schmalband-Frequenzanalyse der Immissionen. 12,3 Hz bildet die Dominante

1
Pegelregistrierung der Schwebungsimmission am charakteristischen Immissionsort. Aufgenommen in lotrechter Richtung in der Mitte eines Wohnzimmerbodens (Holzbalkendecke). Schwebungsdauer ca. 90 s



Die Sanierung der Erregeranlagen gestaltete sich schwieriger als angenommen. Das Eruieren von Immissionszunahmen auf dem Ausbreitungsweg rückwärts zur Lokalisierung der stärksten Erreger führte zu folgenden Resultaten: In einem Umkreis von 475 m vom erwähnten charakteristischen Immissionsort konnten die Schwebungen der Immissionen mit 12,3 Hz und der erwähnten Schwebungsdauer von rund 90 Sekunden nachgewiesen werden (weiteste Distanz eines Erregerpaars zu einem Messort: 950 m). Die «Abnahme» der Immissionen, gemessen als Schwingbeschleunigung ($A_{z,RMS}$) in der Lotrechten jeweils in Fundamentnähe des Immis-



3
«Abnahme» der Erschütterungsemissionen in Abhängigkeit von der Distanz: Erreger (bei 0 m) – Immissionsort. Der charakteristische Immissionsort (Wohnungen mit Holzbalkendecken) befindet sich für a) 270 m vom einen und für b) 40 m vom anderen Erreger entfernt

sionsortes, präsentiert sich wie in (3) aufgezeigt. Die Grafiken zeigen auf der Abszisse die Distanz von je einem der beiden Erregerpaar-Emissionsorte zum jeweiligen Zentrum eines Immissionsort-Komplexes mit einem maximalen Durchmesser von 40 m und auf der Ordinate die $A_{Z,\,RMS}$-Werte.

Wie sich unschwer erkennen lässt, kann von einem sich manifestierenden Abnahmegesetz, wie z.B. in [2] oder [3] beschrieben, keine Rede sein. Die Erreger, bei denen es sich um je zwei in einer Distanz von rund 300 m voneinander stehende Maschinenpaare mit Umdrehungszahlen um 750 Upm handelte, konnten erst nach einem die Hauptelektrizität selektierenden Ein- und Ausschaltplan (mit Messung und Analyse der Immissionen am charakteristischen Immissionsort) und sechsstündiger Suche eruiert werden (4). Die sechs potentiellen Inhaber entsprechender Anlagen in der Umgebung des charakteristischen Immissionsortes hatten sich zuvor bereit erklärt, an einem Ostersamstag diese Suche durchzuführen.

Als Resultat ergab sich, dass zwei Erregerpaare eines Inhabers kraftschlüssig mit dem Fundament verbunden und zwei Erregerpaare des andern Inhabers dämpfend, jedoch mit falscher Abstimmung, gelagert waren. Die nicht billige, dafür richtige Sanierung der Lagerung der Maschinen eliminierte die schwebenden Immissionen am charakteristischen Immissionsort. Ein Grund für die scheinbar nahezu verlustlose Ausbreitung der Immissionen wird vom Kantonsgeologen u.a. im überdurchschnittlich sandreichen Schotter [4] im Ausbreitungsgebiet vermutet.

Fazit

Diese Erfahrung zeigt, dass tieffrequent emittierende Maschinen, selbst in Entfernungen von mehreren hundert Metern vom Immissionsort entfernt stehend, dämpfend und fachgerecht abgestimmt gelagert werden müssen, es sei denn, der Ausbreitungsweg ist geologisch hinreichend bekannt und weiträumig unbebaut, was in urbanen Gebieten aber nicht der Fall ist. Die adäquate Lagerung von Maschinen bleibt somit in den meisten Fällen die billigste Lösung.

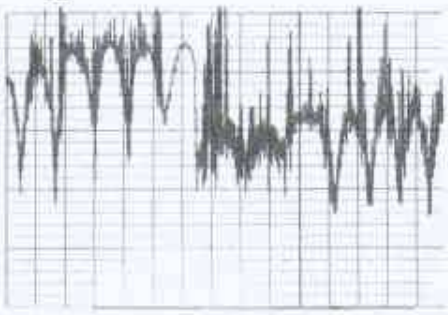
Adresse der Verfasser:
Karl Trefzer, Dr. phil. II/SIA/ASIC, *Ercolino Rosa*, dipl. Ing. ETH/SIA/ASIC, Trefzer + Rosa, Akustik und Schwingungstechnik, St. Alban-Ring 206, 4020 Basel

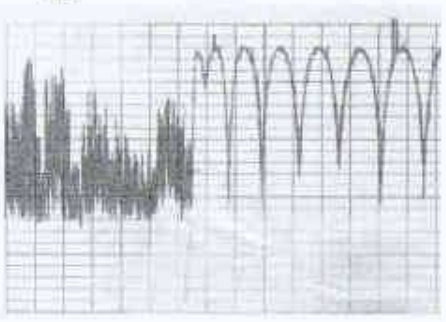
Literatur

[1]
DIN 4150, Teil 2, (1975)
[2]
M. Heckl, H.A. Müller, Taschenbuch der Technischen Akustik, 2. Aufl., Springer, Berlin 1994
[3]
A. Ziegler, G. Rutishauser, P.G. Trombik, A. Zach, SI+A Nr. 13, 21. März 1996, S. 238
[4]
Privatmitteilung Dr. *L. Hauber*, Basel

4
Pegelregistrierung von $A_{Z,\,RMS}$ am charakteristischen Immissionsort: a) Das Abschalten eines Erregerpaares, b) Das Abschalten des andern Erregerpaares, c) Die beiden Emittenten sind bekannt, alle Erreger wieder am Netz
(Die Spitzen über den Schwebungsregistrierungen stammen vom Umhergehen am charakteristischen Immissionsort)

4a



4b

4c