

September 2003

Rund oder eckig?

Im Zuge der Erweiterung eines Kraftfutterwerkes wurden Siloanlagen mit mehreren tausend Tonnen Kapazität installiert. Bei Inbetriebnahme der Anlage traten gravierende Überschreitungen des Immissionsrichtwertes in der Nachbarschaft auf. Durch Ausnutzung eines besonderen physikalischen Effektes konnte die erforderliche Lärminderung kostengünstig erzielt werden.

Bei der Lagerung von großen Getreidemengen besteht die Gefahr, daß durch biologische Prozesse qualitätsmindernde, unzulässige Temperaturen entstehen. Daher werden in großen Getreidesilos leistungsfähige Ventilatoren zur Belüftung und Kühlung des gelagerten Getreides eingesetzt.

Der „runde Kanal“



Aufgrund der Lage des Kraftfutterwerkes zur Wohnbebauung wurden bereits im Vorfeld auf Empfehlung eines Planers in der unmittelbar angrenzenden Nachbarschaft lärmindernde Einhausungen sowie saugseitig Schalldämpfer installiert. Bei Inbetriebnahme der Lüftungsanlage wurde ein stark tonhaltiges Geräusch erzeugt. Die Luftschallabstrahlung der Lüftungskanäle sowie der

Silos war so stark, daß die Immissionsrichtwerte alleine durch die Einzeltonintensität sogar für den Tageszeitraum überschritten waren. Da zur Begrenzung der Temperaturen im Getreide die Anlage jedoch im 24-Stunden-Betrieb arbeiten muß, war ein störungsfreier Betrieb der sensibilisierten Nachbarschaft demnach weder tags noch nachts möglich.

Es folgten Untersuchungen: Nach dem subjektiven Höreindruck entstanden an einem Lüftungskanal die höchsten tonhaltigen Geräuschpegel. Da die Lautstärke des Einzeltons entlang des Kanals stark schwankte, sollte eine sog. "Stehende Welle" oder auch akustische "Resonanz" die Ursache sein. Von verschiedenen Spezialisten wurden Maßnahmen zur Beseitigung der Resonanzen vorgeschlagen, die – wie sich später herausstellte – nicht den gewünschten Erfolg ergeben hätten.

KÖTTER Consulting Engineers (KCE) erhielt den Auftrag, den Effekt zu untersuchen und kurzfristig eine geeignete Lärminderungsmaßnahme vorzuschlagen.

Während des Ortstermins stellte sich heraus, daß die Schaufelpassierfrequenz der Ventilatoren bei $f = 148$ Hz die Ursache der Einzeltonerzeugung war und zu Überschreitungen des Richtwertes in der Nachbarschaft von mehr als 25 dB führte. Die Ortsbesichtigung bestätigte den Effekt, daß der Einzelton entlang des Lüftungskanals an- und abschwollte. Eine erste Abschätzung vor Ort ergab, daß eine sog. "Stehende Welle" bzw. Resonanz aufgrund der Kanallänge physikalisch nicht nachvollzogen werden konnte und damit ausschied. Ein bis dahin vorgesehener Absorber am Kanalende hätte aufgrund der Wellenlänge mit Sicherheit keinerlei spürbare Wirkung gezeigt. Dann blieb noch die Frage, wie das An- und Abschwollen des Einzeltones entlang des Kanals zu erklären sei. Auch hier gab es eine Antwort: variierende Steifigkeiten

Psychoakustik – Was ist das?

Die Wahrnehmung von Schall ist stark von psychischen Faktoren abhängig. So gut wie alles von dem, was wir tagtäglich hören, mußten wir im Laufe unserer Entwicklung erst erlernen und trainieren.



Bei diesem Lernvorgang wurden wir durch unser direktes und indirektes Umfeld, durch die Art wie unsere Mitmenschen sich ausdrücken und durch unseren Kulturkreis geprägt. Bestimmte Rhythmen aus Musik und Gespräch, bestimmte Dreiklänge, mit anderen Worten bestimmte akustische Muster empfinden wir als schön und angenehm. Zwar nicht, weil diese Empfindung genetisch vorgegeben wird, sondern weil wir schon im Mutterleib Geräusche wahrnehmen und sie seit frühester Kindheit hören und damit aufgewachsen sind. Folglich rufen bestimmte Klänge in unterschiedlichen Kulturkreisen völlig unterschiedliche Empfindungen hervor (Prinzip der Psychoakustik).

Während sich die Psychologie mit unseren Empfindungen beschäftigt, **befaßt sich die Psychoakustik mit den im Bewußtsein auftretenden Hörscheinungen.** Sie versucht, die durch akustische Reize hervorgerufenen, Empfindungen zu beschreiben, auszuwerten und zu erklären.

Ganz bewußt eingesetzt werden auch psychoakustische Effekte in unserer Gesellschaft. Zum Beispiel beim Einkauf in großen Supermarktketten. Hier wird ausgewählte Musik eingespielt, die zu einem positiven Empfinden führen soll und somit umsatzsteigernd wirkt. Über weitere Einflüsse von akustischen Quellen lesen Sie in dieser Good Vibrations...

Herzlichst Ihr
Erwin W. Kötter

AUS DEM INHALT

- Rund oder eckig?
- Großauftrag für Altglas-Sammelcontainer
- Langzeitmessungen von Erschütterungen
- Forschungsförderung am Boden?
- $0 + 0 = 3$?!
- Lärminderungsmaßnahmen ermöglichen Baugenehmigung

► des Kanals an den Übergängen der Bleche zu verschiedenen Flanschen führten zu unterschiedlicher Abstrahlung.

Welche Lösung konnte es geben? Die Ventilatoren waren vorhanden und zeigten aus akustischer Sicht keine Besonderheiten. Der Austausch wäre nicht sinnvoll gewesen. Ein spezieller Resonator-Schalldämpfer, der die Einzeltonfrequenz um den erforderlichen Betrag reduzierte, ist teuer, war kurzfristig nicht lieferbar und hätte zu weiteren Schwierigkeiten durch zusätzliche Druckverluste, Platzmangel usw. geführt.

Die Lösung war einfach: der Rechteckkanal, der bei dieser Einzeltonfrequenz aufgrund seiner Bauart prinzipiell eine geringe Schalldämmung aufwies, wurde kurzfristig durch ein handelsübliches, preisgünstiges rundes Rohr ersetzt. Das Rohr hat aufgrund seiner Geometrie bei der hier anregenden Frequenz und der vorliegenden Abmessungen eine besonders hohe Schalldämmung. Des Weiteren wurde durch Berechnungen abgesichert, daß spezielle frequenzabhängige, modale Verteilungen im runden Rohr sich nicht ungünstig auf potentielle Resonanzen und die Schallabstrahlung auswirken.

So wurde erreicht, daß die im Rohr enthaltene, hohe Schallenergie nicht mehr direkt nach außen abstrahlt. Da die Schallenergie jedoch "abgebaut" werden muß (sonst wird sie anderweitig abgestrahlt), wurde sie einfach in das im Silo gelagerte Getreide geleitet und dort absorbiert. Eine Abstrahlung durch die großen Oberflächen des Silos war nicht zu befürchten.

Die Inbetriebnahme ergab keinerlei tonhaltige Geräusche mehr: Der Auftraggeber war "rund"-um zufrieden!

Dipl.-Ing. Arno Schällig
schaellig@koetter-consulting.com

Großauftrag für lärmgeminderten Altglas-Sammelcontainer

Einem Stahlbauunternehmen aus Greven wurde ein Großauftrag zu Fertigung von Altglas – Sammelcontainern in Aussicht gestellt, sofern die vorgegebenen, hohen akustischen Anforderungen gemäß dem Umweltvergabezeichen RAL-UZ 21 erfüllt wurden.

geeignete Kombination von verschiedenen Materialien auszuwählen. Die Materialien müssen härtesten Umweltbedingungen dauerhaft widerstehen.

Im Rahmen von Abwägungen unter Kosten-Nutzen-Aspekten wurden zwei Prototypen gefertigt und meßtechnisch untersucht.

Der Container unterschreitet das geforderte Kriterium um mehr als 2 dB(A). Die Wahl der Konstruktion und Materialien ist so ausgeklügelt, daß nicht nur der Prototyp, sondern auch das Serienprodukt noch in einigen Jahren die gestellten Spezifikationen erfüllen wird.

Dipl.-Ing. Arno Schällig
schaellig@koetter-consulting.com



KÖTTER Consulting Engineers erhielt den Auftrag, bei der Neuentwicklung des Containers mit zu wirken. Bereits während des ersten Gesprächs mit dem Auftraggeber wurde deutlich, daß das Standard-Repertoire der technischen Akustik nicht ausreicht, um die gestellten Anforderungen gemäß des Umweltvergabezeichens zu erreichen.

Es galt, mehrere, z.T. gegensätzliche akustische Wirkungsprinzipien abzuwägen und die

- Gefordert sind ausreichende**
- Schalldämmung der Containerwände
 - Absorption im Innenraum
 - Beständigkeit gegen Flüssigkeiten
 - Beständigkeit gegen mechanische Einflüsse (Glassplitter)
 - Körperschalldämpfung
 - Fertigungsmöglichkeiten
 - ...

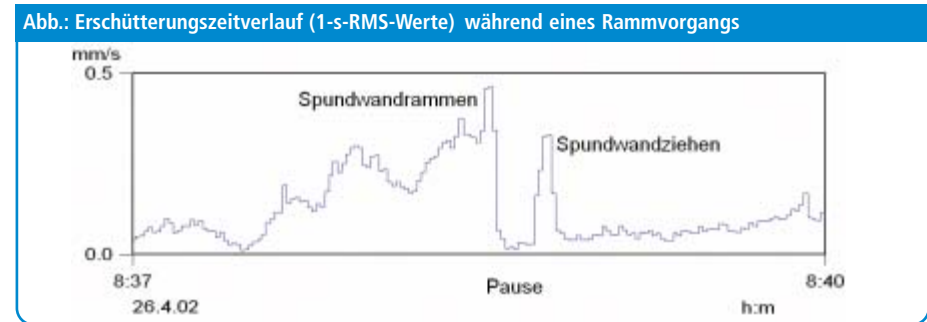
Auswertung nach RAL-UZ 21 (Umweltvergabezeichen)						
Container Typ	Befüllstand Container	Mittelwert Einwurf-Nr. von	L _{Afmax} [dB(A)]	Meßflächenmaß L _S [dB(A)]	L _{WAm} („Fast“) [dB(A)]	Grenzwert für Umweltzeichen
AGB 2500 1-K	leer	1-20	67,7	23,5	91	95
	0,25 m befüllt	101-120	66,6	23,5	90	92

Glücklich ist derjenige, der die Ursachen der Dinge erkennen konnte.
Publius Vergilius Maro

Langzeitmessung von Erschütterungen Online-Messungen nach DIN 4150 bei Rammarbeiten an einer Wasserschiffahrtsstraße

Bei der Kanalverbreiterung einer Wasserschiffahrtsstraße wurden Spundwand-Rammarbeiten durchgeführt. Im Nahbereich der Rammarbeiten befinden sich private und gewerblich genutzte Gebäude, letztere mit zum Teil sensibler EDV-Technik und erschütterungsempfindlichen Produktionsmaschinen. Während der Bauarbeiten wurden unzulässige Erschütterungseinwirkungen befürchtet, die zu ungeplanten Produktionsstillständen, Gebäudeschäden oder zu direkter Belästigung von Menschen führen könnten. Aufgrund der wandernden Rammarbeiten waren darüberhinaus besondere Randbedingungen hinsichtlich der verschiedenen Immissionsorte zu berücksichtigen.

Zur Erfassung der vorherrschenden Erschütterungssituation installierte KÖTTER Consulting Engineers (KCE) eine Online-Dauerüberwachung als Langzeitmessung. Bei einer voreingestellten Grenzwertüberschreitung zeichnete das Messgerät die Erschütterungssignale auf und aktivierte vor Ort zur Information der anwesenden



Verantwortlichen ein optisches bzw. akustisches Signal. Zudem wurde eine Benachrichtigung via GSM-Modem an entsprechende Entscheidungsträger gesandt. So minimierte sich die Reaktionszeit bei der Überschreitung vorgegebener Anhaltswerte zur Einleitung möglicher Gegenmaßnahmen bei den Bauarbeiten. Nachfolgend wurde die Erschütterungseinwirkung durch Ramm- und Zieharbeiten an einer empfindlichen Produktionsmaschine untersucht. Zur Beurteilung der gemessenen Erschütterungen wurde der Produktionsmaschine entsprechend der Empfindlichkeitsklasse II eine

zulässige Schwinggeschwindigkeitsamplituden ≤ 1 mm/s zugeordnet. Zur Messung plazierte KCE am Fundament der Produktionsmaschine einen triaxialen Meßsensor und stellte im Meßsystem aufgrund der Empfindlichkeit der Maschine einen Grenzwert von $v = 0,3$ mm/s vorab ein. Die Untersuchung ergab einen eingehaltenen Anhaltswert (siehe Abbildung) und ermöglichte die Fortführung der Rammarbeiten ohne jegliche Einschränkungen.

Dipl.-Ing. Patrick Waning
waning@koetter-consulting.com

Forschungsförderung am Boden? Besuch aus der Politik bei KÖTTER Consulting Engineers

Am Freitag, 25.07.2003 wurde in einem engagierten Forum mit Politikern und Wissenschaftlern über Fördermöglichkeiten für Forschungsaktivitäten in kleinen Wirtschaftsunternehmen diskutiert. Dazu waren der Vorsitzende des Ausschusses für Wissenschaft und Forschung des Landtags NRW, Herr MdL J. Schultz-Tornau, Vertreter der FDP aus dem Kreis Steinfurt und der Stadt Rheine zu Gast bei KÖTTER Consulting Engineers (KCE). Mit großem Interesse folgten sie den Vorträgen der Wissenschaftler aus dem Hause KÖTTER über physikalisch-techni-

sche Phänomene, die in der Praxis zu schädlichen und zerstörerischen Wirkungen führen können. Die guten theoretischen Lösungsansätze und die experimentellen Vorführungen im Labor des Unternehmens machten klar, daß bei mehreren arbeitsplatzträchtigen Projekten noch erheblicher Forschungsbedarf vorliegt, der von mittelständischen Firmen allein nicht geschultert werden kann.

Dipl.-Ing. Erwin W. Kötter, Gründer und Inhaber von KCE berichtete über hauseigene Forschungen über Themen, die aus der täglichen Arbeit des Unternehmens entstanden und inzwischen mit großem Aufwand zu marktreifen Produkten entwickelt wurden. So ist in der Gasverteilung die legendäre, patentierte KÖTTER-Dämpferplatte nicht mehr wegzudenken. Und bei der Internet-gestützten Überwachung von Großkompressoren in der chemischen Industrie setzt sich weltweit das Telemonitoringsystem PROGNOST durch. Allein durch diese beiden Forschungsprojekte wurden in den letzten Jahren 35 neue hochwertige Arbeitsplätze in Rheine geschaffen. Es kam im Anschluß zu einer angeregten Diskussion unter allen Anwesenden über

unternehmenseigene, nicht geförderte Forschungsprojekte, über Rahmenbedingungen in der Forschung und dem Sinn von staatlich geförderten Forschungsprogrammen.

Einig war man sich in der Bedeutung der Unternehmensforschung, die die Grundlage für die Entwicklung neuer Produkte und damit neuer hochwertiger Arbeitsplätze ist. Aus dem Hause KCE wurde der enorme, häufig sinnlose Arbeitsaufwand und die überbordende Bürokratie bei der Beantragung von Fördermitteln, gleich welcher Art, bemängelt. Die Politiker verwiesen auf völlig leere Kassen im Land und erteilten den Ratschlag, sich an entsprechende Stellen in Brüssel zu wenden.

Das Fazit der Diskussionsrunde: Bei der Ausbildung und Forschung fängt es an und am Ende stehen neue Arbeitsplätze. Die Erkenntnis ist da, aber es fehlt in Deutschland der politische Mut zum Handeln.

Martina Brockmann
brockmann@koetter-consulting.com



0 + 0 = 3 ?! – Der Akustiker rechnet anders!

Wir Akustiker rechnen anders. Bei uns sind $0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$! Und das ist sogar mathematisch exakt. Jetzt kommt natürlich sofort die Frage: Nichts und noch mal nichts soll gleich Drei ergeben? Richtig! Denn das dB hinter den Zahlen sagt aus, dass wir uns im Bereich der logarithmischen Verhältnissgrößen bewegen. So lautet die exakte Formel für den Schalldruckpegel $L = 10 \cdot \log(p^2/p_0^2)$, wobei p der Schalldruck ist und p_0 den Bezugsschalldruck darstellt. Als Bezugsschalldruck ist $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ definiert, was ungefähr die Hörschwelle eines normalhörenden Menschen darstellt. Haben wir nun einen Schalldruckpegel von 0 dB, so haben wir nicht Null-Schalldruck, sondern einen Schalldruck welcher der Hörschwelle entspricht.

Das Rechnen mit Schalldruckpegeln wird durch den Logarithmus in oben genannter Formel erschwert. Dieser Logarithmus ist nicht eingeführt, weil damit der große Zahlenbereich des Schalldrucks besser handhabbar gemacht wird, das wäre z.B. auch mit einer exponentiellen Darstellung möglich, sondern um die Lautstärkeempfindung des Menschen wenigstens grob dem Zahlenwert anzugleichen. Der Mensch empfindet durch alle Sinne logarithmisch (Weber-Fechnerisches-Gesetz 1860). Um mit dem Schalldruckpegel unsere Empfindung der Lautstärke besser zu beschreiben, beinhaltet oben genannte Formel den Logarithmus. Haben wir nun eine Geräuschquelle mit einem Schalldruckpegel $L = 50 \text{ dB}$ und eine

zweite Quelle mit einem Schalldruckpegel von ebenfalls $L = 50 \text{ dB}$, so erzeugen diese beiden Quellen zusammen einen Schalldruckpegel von $L_{\text{ges}} = 53 \text{ dB}$. Es addieren sich die Schalldrücke und nicht die Schalldruckpegel! Somit können wir wieder unser Phänomen ansetzen: $50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$. Im Bereich der Schalldruckpegel ist $50 + 50 = 100$ FALSCH!

Dipl.-Ing. Jörn Hoffmeier
hoffmeier@koetter-consulting.com

NEWS

Lange erwartet - jetzt erschienen
Vornorm DIN CEN/TS 1793-5 – Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften. Teil 5: Produktspezifische Merkmale - In-situ-Werte der Schallreflexion und der Luftschalldämmung.
Deutsche Fassung, Ausgabe August 2003

VERANSTALTUNGEN 2004

2. Windenergie-Forum 2004
am 17./18. März 2004

3. Fluglärm-Konferenz 2004
am 05./06. Mai 2004

im Ingenieurzentrum KÖTTER Consulting Engineers, Rheine

Informationen: Martina Brockmann,
Tel. 05971-9710.65
martina.brockmann@koetter-consulting.com

Auslegung von Lärminderungsmaßnahmen ermöglicht Baugenehmigung!

Eine Stadt hat im nördlichen Bereich einer Autobahn einen Bebauungsplan aufgestellt. Die schalltechnische Untersuchung durch KÖTTER Consulting Engineers hat ergeben, daß zur Einhaltung der Orientierungswerte für das Neubaugebiet Lärminderungsmaßnahmen (Verkehrslärm) in Form einer geplanten Lärmschutzwand notwendig sind.

Auftraggeber kostengünstige und detaillierte Lärminderungsmaßnahmen erarbeitet und optimiert worden. Die detaillierten Berechnungen der Höhen und Längen zum Erreichen des besten Kosten-/Nutzeffektes erfolgten separat für einzelne Teilabschnitte der Lärmschutzwände. Die Immissionsprognose in Verbindung mit der Auslegung von detaillierten Lärminderungsmaßnahmen ermöglichte die Umsetzung des Bebauungsplans.

Frank Wenzel
wenzel@koetter-consulting.com

Bebauungsplangebiet im Juli 2003.
Die Häuser sind in der Rohbauphase.



Das gesamte Gebiet wurde für die Berechnungen auf der Grundlage von Lageplänen und Ortsbesichtigungen digitalisiert. In dem so entstandenen dreidimensionalen Computermodell werden z.B. die Topographie, Abschirmwirkungen, Dämpfungen, Beugungen und vorhandene Gebäude berücksichtigt.

Für die Ausweisung des Bebauungsplanes als 'Allgemeines Wohngebiet' (WA) sind aufgrund der Geräuschbelastung durch die Autobahn in enger Zusammenarbeit mit dem

Für die zahlreichen Glückwünsche, Geschenke und Aufmerksamkeiten anlässlich unseres

25-jährigen Firmenjubiläums

am 1. Juli 2003 möchte ich mich ganz herzlich bedanken.

Erwin W.Kötter

KÖTTER CONSULTING ENGINEERS

Rheine
Bonifatiusstraße 400 • 48432 Rheine
Tel. 0 59 71-9710.0 • Fax 0 59 71-9710.43
e-mail: info@koetter-consulting.com

Dresden GmbH
Radeburger Straße 124 • 01109 Dresden
Tel. 03 51-8 1162.0 • Fax 03 51-8 1162.10
e-mail: info@kbi-dresden.com

Berlin GmbH
Balzerstraße 43 • 12683 Berlin
Tel. 0 30-5 26788.0 • Fax 0 30-5 43 60.16
e-mail: berlin@koetter-consulting.com

www.koetter-consulting.com