

# good VIBRATIONS

Mai 2012

Bauphysik – Immissionsschutz

## Neubau Distributionscenter für die Firma „adidas“

Bereits jetzt kann man das Ausmaß er-  
bahnen, wenn man die Baustelle von der  
A1 aus sieht. Der Rohbau des 36 m hohen  
Hochregallagers ragt weit über die übrigen  
Bauflächen hinaus. Im „Niedersachsenpark  
A1“, dem mit mehr als 400 ha größten  
Gewerbe- und Industriegebiet Niedersach-  
sens, wird derzeit für ca. 100 Mio € das  
konzernweit größte Logistikzentrum der  
adidas-Gruppe errichtet. Auf einer Grund-  
fläche von ca. 74.000 m<sup>2</sup> entsteht das  
Distributionscenter mit einem separaten  
Bürogebäude sowie zwei Hochregallagern  
und einem manuellen Lager, die über das  
Kommissionierungsgebäude miteinander  
verbunden sind. An 44 Überladebrücken für  
Warenannahme und Versand werden täg-  
lich mehr als 300 Lkw be- und entladen.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens  
wurde KÖTTER Consulting Engineers vom  
Generalplaner agn Niederberghaus & Part-  
ner GmbH, Ibbenbüren, beauftragt, den  
Nachweis der Einhaltung der Emissions-  
kontingente aus dem Bebauungsplan zu  
führen sowie eine Prognose zum Arbeits-  
lärm zu erstellen.

Für den Nachweis der Immissionskontin-  
gente werden zunächst die Immissionspegel  
bzw. Zielwerte, die sich aufgrund der im  
Bebauungsplan für die Betriebsflächen des

Distributionscenters festgesetzten zulässi-  
gen flächenbezogenen Schallleistungspegel  
ergeben, an der umliegenden schutzwür-  
digen Bebauung berechnet.

### Der Nachweis zur Einhaltung der Emissionskontingente aus dem Bebauungsplan und die Prognose zum Arbeitslärm wurden erstellt.

Anschließend werden die durch den ge-  
planten Betrieb zu erwartenden Ge-  
räuschimmissionen prognostiziert und mit  
den Zielwerten verglichen. Für die Prognose  
der zu erwartenden Arbeitsplatzpegel  
in dem neuen Logistikzentrum wurden  
vergleichende Messungen in einem beste-  
henden Logistikzentrum der adidas-Gruppe  
durchgeführt.

Die Untersuchung von KÖTTER Consulting  
Engineers zum Nachweis der Emissionskon-  
tingente sowie zum Arbeitslärm konnte be-  
legen, dass der geplante Betrieb alle schall-  
technischen Anforderungen erfüllt.

Dipl.-Ing. Kerstin Sommer  
kerstin.sommer@koetter-consulting.com



▲ Abbildung: Logistikzentrum der adidas-Gruppe, Niedersachsen  
(Quelle: agn Niederberghaus & Partner GmbH)

## Auch Bürogeräte...

sind mitunter störende Lärmemittenten.  
Als Ingenieurunternehmen für Schall-  
und Schwingungsschutz beschäftigen  
wir uns mehr mit „großen“ Dingen, wie  
die akustische Auslegung und bauphysi-  
kalische Betrachtung von Konzertsälen,  
Museumsräumen, Freizeitzentren, Büro-  
gebäuden, etc..

Aber auch die kleinen Dinge des Büro-  
alltags können Einfluss auf den mensch-  
lichen Körper und sein Gemüt haben.

Computer, Drucker,  
Faxgeräte und ande-  
re IT-Produkte ma-  
chen tatsächlich stö-  
rende Geräusche. Es  
gibt sogar eine ein-  
deutige Klassifizie-  
rung solcher Geräte



und ihrer Geräuschemission. In einem Be-  
richt der Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin (BAuA) „Entwicklung  
von Geräuschklassen für IT-Produkte“,  
schlägt sie eine Klassifizierung ähnlich  
der Energieklassen von „A“ bis „G“ bei  
Haushaltsgeräten vor. Auch wenn von  
den Geräuschen der IT-Produkte bei dau-  
erhafter Beschallung keine Gefahr für  
das menschliche Gehör ausgeht, so zeig-  
te schon eine Studie der BAuA in 2002  
(„Bildschirmarbeit und Geräusche“), dass  
Lärm ein wichtiger Störfaktor im Büro ist,  
der die Leistungsfähigkeit senkt und auf  
Dauer krank macht.

Mehr zur „Beruhigung“ unserer Umwelt  
erfahren Sie in dieser Ausgabe...

Ihr  
Erwin W. Kötter

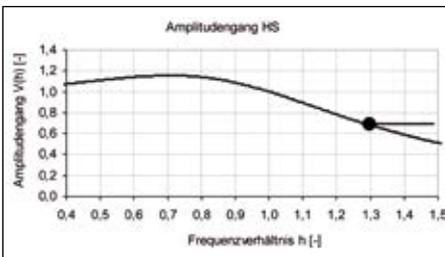
### ▶▶▶ INHALT ▶▶▶

- ▶ Neubau Distributionscenter für die Firma „adidas“
- ▶ Erschütterungsprognose in Theorie und Praxis
- ▶ Simulationsverfahren: Mehr Planungssicherheit im Feuchteschutz
- ▶ Energieeinsparverordnung: Fünfte Auflage

## Erschütterungsprognose in Theorie und Praxis

*Im Immissionsschutz werden verschiedene Prognoseverfahren eingesetzt – ein nicht alltägliches ist die Erschütterungsprognose.*

Luftschallimmissionsprognosen haben sich in einer Vielzahl von Projekten als zuverlässig und hilfreich erwiesen – allerdings führen auch hier meteorologische Besonderheiten mit zunehmendem Abstand zwischen der Quelle und einem Immissionsort zu Streuungen der vorherberechneten Pegel um einige „dB“. Dagegen verhält es sich mit der Präzision bei der Erstellung von Erschütterungsprognosen im Erdreich unter



▲ *Abbildung 1: Berechnete Vergrößerungsfunktion bei angesetzter Dämpfung  $D = 0,5$ .*

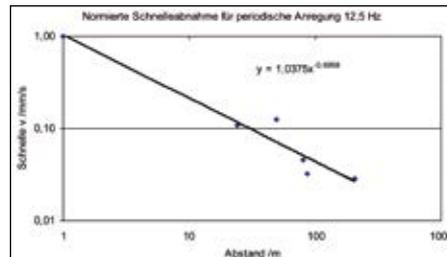
Umständen völlig anders. Die Bandbreite der dynamischen Eigenschaften des Bodens – es handelt sich bei dem Medium z.B. um weichen Schlamm, Sand, Kies, massives Gebirge etc. – auch das Grundwasser, Materialsprünge usw. beeinflussen die Weiterleitung von Schwingungen. Diese Einflüsse sind meistens deutlich größer als bei der Ausbreitung von Wellen in Luft. Die Vorhersagegenauigkeit ist also nicht nur abhängig von der geometrischen Ausbreitungsdämpfung. Erschwerend kommt hinzu, dass sich nicht nur Longitudinalwellen wie in Luft ausbreiten – es handelt sich um weitere Wellenarten (Oberflächenwellen etc.), die sich unterschiedlich auf Schwingungsübertragung auf Gebäude auswirken. Die sich ergebenden Streuungen sind groß, so dass die Sicherheit der Ergebnisse bei komplexen Bodenbeschaffenheiten und Abständen über einige Hundert Meter unbefriedigend sein können.

Je nach Situation und Problemstellung hat das Ergebnis der Prognose und damit deren Qualität Auswirkungen auf bestehende Betriebe mit erschütterungsintensiver Produktion, wenn Immissionskonflikte bestehen oder diese im Rahmen von Erweiterungen vermieden werden sollen. In der Regel sind die erforderlichen Maßnahmen zum Erschütterungsschutz aufwändig und damit teuer. Die Planungs- und damit auch die Kostensicherheit ist daher von zentralem Interesse.

Es existiert ein allgemein anerkanntes, einfaches Prognoseverfahren: Die DIN 4150

Teil 1 „Erschütterungen im Hochbau“ liefert ein im wesentlichen auf empirischen Erkenntnissen basierendes Rahmenverfahren für Erschütterungsprognosen. KCE hat dieses Verfahren, bei dem eine Auswahl von Ausbreitungsparametern besteht, mehrfach eingesetzt. Nachmessungen haben gezeigt, dass die Übereinstimmung zwischen der theoretischen Prognose nach DIN 4150 und dem realen gemessenen Ergebnis von guter Übereinstimmung bis hin zu mehreren 100% (ungünstigen) Abweichung führen kann. Diese zum Teil überraschend große Bandbreite war in einigen Fällen nicht hinnehmbar – daher haben wir ein kombiniertes Verfahren entwickelt.

Kernpunkt dieses KCE eigenen Prognoseverfahrens sind die Bestimmung der Emissionsdaten sowie die ortstypischen, individuellen und geeigneten Ausbreitungsparameter. Sie werden im Zuge einer angemessen hohen Planungssicherheit an die vor Ort individuell herrschenden Bedingungen experimentell durch Messungen bestimmt.



▲ *Abbildung 2: Normierte Ausbreitungsfunktion*

Dazu verwenden wir ein Impulsverfahren, bei dem ein mehrere Tonnen schweres, mit einem Beschleunigungssensor bestücktes Gewicht mehrfach auf das betroffene Erdreich abgeworfen wird. Das Ergebnis sind definierte Kraftimpulse, die aus bekannter Masse und der gemessenen frequenzabhängigen Beschleunigung berechnet werden. Die Ausbreitung der sich einstellenden, ortsabhängigen und mehrdimensionalen Bodenwellen wird auf einem Messpfad an der Oberfläche aufgenommen. Neben der Schallgeschwindigkeit werden abstands- und frequenzabhängige Bodenparameter gewonnen. In einem weiteren Verfahren wurden Redundanzen geprüft, in dem eine Ausbreitungsfunktion für die periodischen Anregung für den „sogenannten eingeschwungenen Zustand“ mittels einem Unwuchterreger ermittelt wird. Diese für den Standort individuellen Parameter sind die wesentlichen Informationen.

Mit Hilfe dynamischer Kennwerte des Maschinenherstellers – diese Daten sind in der Regel zu erhalten – liefern FEM-Berechnungen die emissionsseitigen Fundament-



schwingungen. Dazu werden in das Erdreich eingebettete Mehrmassenschwinger, die aus der Maschine und dem Betonfundament bestehen, modelliert. Auch die Ankopplung des Fundamentes an das Erdreich ist abhängig von dessen dynamischem E-Modul und der Dämpfung. Mehrere Ansätze zur Bestimmung des E-Moduls stehen zur Verfügung und der mit den Messdaten am besten korrelierende wird verwendet und hierauf aufbauend die Vergrößerungsfunktion ermittelt. Auch dieses Vorgehen erfolgt mittels dem FEM-Modell. Die weiteren Berechnungsschritte entsprechen weitgehend denen der DIN 4150 Teil 1.

Bei Planungen zum Erschütterungsschutz ist eine vorherrschende Meinung, dass viel Masse auch viel hilft. Das ist häufig nicht nur materialintensiv und teuer – denn es kann sich unter Umständen um mehrere Tausend Tonnen Beton handeln. Die erzielbare Dämpfung verändert sich dadurch kaum. Ohne Abbau von Schwingungsenergie durch Dämpfung breiten sich die Schwingungen ungehindert aus. Alleine große Massen führen also nicht immer und automatisch zu einem Abbau von Schwingungsenergie – es wird eine definierte Dämpfung benötigt.

**Die Bandbreite der dynamischen Eigenschaften im Erdreich (Schlamm, Kies, Grundwasser etc.) beeinflussen die Weiterleitung von Schwingungen.**

Neben einer Massenerhöhung ist der Einsatz von Bohrpfählen interessant. Da Bohrpfähle über die Mantelreibung an das Erdreich angekoppelt sind, dämpfen sie. Die Dämpfung wird durch die dynamisch erregten Relativbewegungen zwischen dem Fundament, den Bohrpfählen und dem Erdreich beeinflusst. Eine räumlich besonders dichte Anordnung der Bohrpfähle führt dazu, dass das zwischen den Bohrpfählen eingebettete Erdreich konphas zu den Bohrpfählen tendenziell mitbewegt wird und die gewünschte Dämpfung fehlt. Die Bohrpfahlabstände werden daher so optimiert, dass die Dämpf-



Dieses Verfahren wurde bei einem Automobilhersteller an blechverarbeitenden Großraumsaugerpressen mit bis zu 80.000 KN Presskraft angewendet. Auch bei schwingungsregenden Auspackanlagen in Eisen gießereien mit Abständen von bis zu 700 m zwischen Betrieb und den Immissionsorten war es erfolgreich.

Die Überprüfung der Prognosen erfolgte durch Erschütterungsmessungen an den dann errichteten, neuen Anlagen. Die Ergebnisse zeigten, dass das KCE – eigene Impulsverfahren lediglich eine Abweichung von 10% bis 15% zur Prognose hatte.

Wären die Prognosen gemäß der DIN 4150 alleine die Grundlage für die Planungen und das Genehmigungsverfahren gewesen, wären für die Betriebe unüberschaubar hohe Investitionen notwendig geworden. Die Mehrkosten zum Erschütterungsschutz hätten die Neubaumaßnahme voraussichtlich nicht gerechtfertigt.

Es lohnt sich also, die Verhältnisse vor Ort genauer zu betrachten.

Dipl.-Ing. Arno Schällig

arno.schaellig@koetter-consulting.com

## Kurzinhweis: Neufassung der DIN V 18599

Bereits im Februar 2011 wurde ein Entwurf zur Neufassung für alle 10 Teile der DIN V 18599 beim Deutschen Institut für Normung unter dem Vorbehalt einer Validierung durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung verabschiedet. Nach Vorlage dieser Evaluierungsergebnisse wurde die Neufassung im Dezember 2011 veröffentlicht und kann somit in die neue EnEV 2012/2013 einfließen.

Hier stichwortartig einige der wesentlichen Änderungen: Geringerer Primärenergiefaktor für Strom, neue Klimarandbedingungen aus „Testreferenzjahren“, neu gefasste Berechnungen für thermische Solaranlagen und Wärmepumpen, neue Berechnungsregeln für Standardleitungslängen, geänderte Berechnungen für dezentrale KWK-Systeme sowie den Stromertrag aus Photovoltaikanlagen, zusätzliche Nutzungsprofile und neue Nutzungsrandbedingungen, geänderte Festlegungen bei der Zusammenfassung von Zonen, Ergänzung um Teil 11 mit dem Thema Gebäudeautomation.

[Siehe DIN V 18599, Informationen auch bei KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG, Christiane Schuurman, Tel. +49 5971 9710-33]

fung zwischen ihnen und dem angekoppelten Erdreich möglichst groß wird.

Die zusätzliche Fläche der Bohrpfahlköpfe wirkt sich nur geringfügig auf die Gesamt-Fundamentsteifigkeit aus. Die Bohrpfähle führen hier zu der gewünschten Dämpfung und Massenankopplung des sie umgebenden Erdreichs.

Die Datenverarbeitung liefert mit dem FEM-Modell und Ersatzfedersteifigkeiten  $c$ , eine Resonanzfrequenz  $f$ , eine Dämpfung  $D$  sowie die daraus resultierende Schwinggeschwindigkeit  $v$  an der Quelle und somit auch am Immissionsort.

## Simulationsverfahren: Mehr Planungssicherheit im Feuchteschutz!

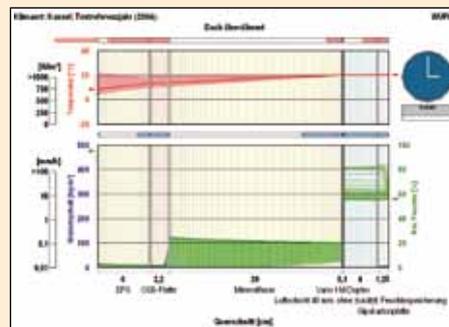
Wenn die Dachfläche...

- ▶ mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet ist,
- ▶ natürlich oder durch Gebäude verschattet ist
- ▶ oder mit einem Gründach belegt ist

...wird besonders im Holzbau ein bauphysikalischer Nachweis mit einem dynamischen Simulationsverfahren erforderlich! Die Ingenieure von KÖTTER Consulting Engineers arbeiten dabei mit dem Programm (WUFI®) des Fraunhofer Instituts für Bauphysik. Bauliche Konstruktionen können hinsichtlich des Tauwasserschutzes damit sicher bewertet werden.

Die aktuelle Überarbeitung der Holzschutznorm DIN 68800 macht diese Nachweis-

Quelle Abbildung: Presse Anzeiger

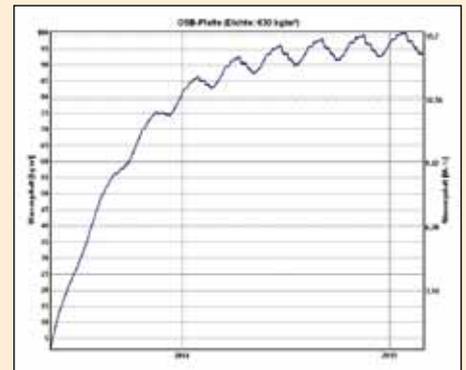


▲ Abbildung 1: WUFI®-Filmdarstellung

form (für bestimmte Konstruktionen) zum Standard. Der vereinfachte Nachweis nach dem Glaser-Verfahren gemäß DIN 4108 T3, auch in einer erweiterten Form mit Einbeziehung einer Trocknungsreserve bei Holzkonstruktionen, gehört damit der Vergangenheit an und ist nicht mehr zulässig.

Hintergrund:

Mittels moderner, hygrothermischer Simulationsverfahren können zum Beispiel Trocknungsvermögen von unbelüfteten Flachdachkonstruktionen schon während der Planungsphase analysiert und gegebenenfalls Optimierungslösungen entwickelt werden.



▲ Abbildung 2: Darstellung Wassergehalt

Das erhöht die Planungssicherheit: die Auswirkungen der unterschiedlichen baulichen und klimatischen Einflussfaktoren lassen sich besser abschätzen.

Wenn Sie mehr über dieses Thema und weitere Einsatzmöglichkeiten erfahren möchten, nehmen Sie gerne mit unserem Ansprechpartner Herrn Hörnemann Kontakt auf. Sie erreichen ihn telefonisch unter der Nummer 05971 9710-29 oder per E-Mail unter michael.hoernemann@koetter-consulting.com

Dipl.-Ing. Michael Hörnemann  
hoernemann@koetter-consulting.com

## Energieeinsparverordnung – Fünfte Auflage

### Wann kommt sie?

Die europäische Richtlinie für energieeffiziente Gebäude aus dem Jahr 2010 erfordert eine Umsetzung der in ihr enthaltenen Vorgaben und Ziele in nationales Recht. Daher werden sowohl das Energieeinspargesetz (EnEG) als auch die Energieeinsparverordnung (EnEV) derzeit novelliert. Nach Anhörung des vorliegenden Referententwurfes und evtl. weiteren Änderungen kann die neue EnEV frühestens zum Ende des 1. Quartals 2013 in Kraft treten.

### Was bringt sie?

Es zeichnet sich eine leichte Verschärfung des Anforderungsniveaus für Neubauten ab (Wohngebäude 7-8%, Nichtwohngebäude

ca. 10%. Weitere Änderungen betreffen folgende Punkte:

- ▶ Erweiterte Aushangpflicht für Energieausweise, d.h. auch öffentliche Gebäude mit weniger als 1000 m<sup>2</sup> Fläche und bestimmte private Gebäude mit viel Publikumsverkehr wie z.B. Hotels, Kinos, Einkaufszentren müssen den Ausweis gut sichtbar aushängen.
- ▶ Bei Verkauf und Vermietung von Häusern oder Wohnungen müssen die Energiekennzahlen in kommerziellen Anzeigen angegeben werden, wenn ein Energieausweis für das Gebäude vorhanden ist.

- ▶ Es müssen unabhängige Qualitätskontrollen (stichprobenartig) für Energieausweise und Inspektionsberichte von Heizungs- und Klimaanlage eingeführt werden.
- ▶ Alle Neubauten müssen ab 2021 (Behördengebäude ab 2019) als Niedrigenergiegebäude ausgeführt werden. Das Anforderungsniveau soll schrittweise in diese Richtung angepasst werden, denn nach wie vor gilt das Gebot der Wirtschaftlichkeit und der Berücksichtigung der Lasten für Eigentümer und Mieter.

Dipl.-Ing. Christiane Schuurman  
schuurman@koetter-consulting.com

## NEU! Das POSTER: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm von KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Eine zu hohe Lärmbelastung führt häufig zu Problemen. Leider ist Lärm nicht immer vermeidbar – doch wie laut darf es wo sein?



Die TA Lärm regelt die zulässigen Immissionsrichtwerte! Je nachdem, ob der **Lärm in Wohn-, Gewerbe- oder Industriegebieten ertönt und je nachdem ob Tages- oder Nachtzeiten** zu Grunde zu legen sind, gelten unterschiedliche Grenzwerte für Lärmimmissionen.

Unser Poster hilft Ihnen dabei, immer und überall die richtige „Lautstärke“ beurteilen zu können!

Bestellen Sie Ihr hochwertiges und kostenfreies Exemplar ganz einfach unter der folgenden E-Mail-Adresse:  
talaerm@koetter-consulting.com

Wir verfügen über das nötige Know-how, die langjährige Erfahrung und die modernste Ausrüstung, um Lärmimmissionen zu messen, zu bewerten und Ihnen konkrete Lösungen anzubieten, Lärm zu reduzieren oder von vornherein zu vermeiden.

Rufen Sie uns an, wenn Sie ein Lärmproblem haben. Wir helfen Ihnen gerne!  
Tel. +49 5971 9710-32

## Termine der KCE-Akademie 2012

### Fachbereich Bauphysik, Immissionsschutz & Windenergieanlagen

- 09.05. Technische Akustik Teil I
- 10.05. Technische Akustik Teil II
- 09.05. Windenergie & Schall – Basiswissen
- 05.09. Windenergie & Schall – Basiswissen *in Berlin*
- 27.09. Raumakustik
- 07.11. Technische Akustik Teil I
- 08.11. Technische Akustik Teil II

### Fachbereich Maschinen & Anlagen:

- 24.10. Schwingungen und Vibrationen in Kolbenkompressorsystemen
- 24./25.10. 16. Workshop Kolbenverdichter 2012

Informationen zu den Seminaren und Veranstaltungen der KCE-Akademie sowie eine Online-Anmeldung finden Sie unter [www.kce-akademie.de](http://www.kce-akademie.de)

Rufen Sie gerne auch Frau Heike Nyhuis unter Tel. 05971 9710-65 an.

### KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400  
D-48432 Rheine  
Tel. +49 5971 9710-0  
Fax +49 5971 9710-43  
E-Mail: [info@koetter-consulting.com](mailto:info@koetter-consulting.com)

Handelsregister Steinfurt HRA 4948  
USt-IDNr.: DE 814 561 321  
Komplementär:  
KÖTTER Consulting Engineers Verw.-GmbH  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Erwin Kötter,  
Margret Grobosch, Dr.-Ing. Johann Lenz

[www.koetter-consulting.com](http://www.koetter-consulting.com)

### KÖTTER Beratende Ingenieure Berlin GmbH

Balzerstraße 43  
D-12683 Berlin  
Tel. +49 30 526788-0  
Fax +49 30 5436016  
E-Mail: [berlin@koetter-consulting.com](mailto:berlin@koetter-consulting.com)

Handelsregister Berlin HRB-Nr. 44230  
Ust-IDNr.: DE 157 53 44 94  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Bernd Fleischer

[www.kbi-berlin.de](http://www.kbi-berlin.de)

