

Telepräsenz-Raum – So fern und doch so nah!

Telefon- und Videokonferenz war gestern. Der Trend geht zum „Telepräsenz-Raum“.

Immer mehr Unternehmen und politische Institutionen greifen auf diese Lösung zurück. Das Telepräsenzsystem vermittelt den Teilnehmern durch seine herausragende Bild- und Tonqualität das Gefühl, dass sich die „zugeschalteten“ Gesprächspartner mit im Raum befinden. Es spart nicht nur Reisekosten, sondern schafft auch eine realitätsnahe Gesprächsatmosphäre und lässt das Meeting zum Erlebnis werden.

Telepräsenzsysteme stellen besonders hohe technische Anforderungen – unter anderem auch an die Raumakustik. Im Rahmen einer geplanten Umnutzung eines großen Büroraumes zu einem Telepräsenz-Raum wurde KÖTTER Consulting Engineers mit der Planung der raumakustischen Maßnahmen beauftragt.



▲ Abbildung 1: Telepräsenz-Raum

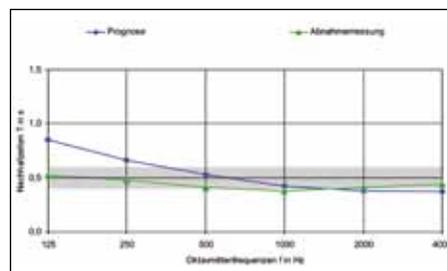
Um eine optimale Raumakustik zu gewährleisten, wurde als Zielwert für die Nachhallzeit des Raumes 0,5 Sekunden mit einem Toleranzbereich von möglichst maximal $\pm 20\%$ festgelegt. Der Anstieg im tieffrequenten Bereich (Oktavband 125 Hz) sollte hierbei möglichst gering sein.

Bei der Auslegung der Maßnahmen war zu berücksichtigen, dass die betonkernaktivierte Decke nicht mit einer Unterdecke abgehängt werden durfte. Im Weiteren war die zulässige Aufbauhöhe von Schallabsorbern an der Wand auf maximal 5 cm begrenzt. Nicht zuletzt sollten die erforder-

lichen Schallabsorber auch gewissen innenarchitektonischen Ansprüchen genügen.

Zur Ausführung kamen einerseits Deckensegel von Ecophon mit optimierten Abständen und Flächen zur Gewährleistung einer hohen Schallabsorption und gleichzeitig minimierten Einfluss auf die thermischen Eigenschaften der Stahlbetondecke.

Als Mitten- und Höhenabsorber an den Wänden wurden Wandabsorber von Ecophon vorgesehen. Zur Reduzierung der Nachhallzeiten im tieffrequenten Bereich wurden Plattenresonatoren mit nur 5 cm Aufbau ausgelegt.



▲ Abbildung 2: Nachhallzeiten in Oktavbandbreite

Hierbei wurden durch entsprechende Konstruktion physikalische Wirkungsmechanismen ausgenutzt, die eine über das übliche Maß hinausgehende Schallabsorption erwarten ließen. Die prognostizierten Nachhallzeiten für den Raum sind der Abbildung 2 zu entnehmen. Die Lage der Wandabsorber im Raum wurde so gewählt, dass auch im tieffrequenten Bereich eine gute Diffusität erwartet werden konnte.

Die Ergebnisse der Abnahmemessung in Abbildung 2 zeigen eine sehr gute Wirksamkeit der Tiefenabsorber und einen ausgeglichenen Frequenzgang der Nachhallzeit innerhalb des angestrebten Toleranzbereiches (grau hinterlegte Fläche).

Damit ist für den Raum mit der hochwertigen Tontechnik auch eine gute Akustik gewährleistet.

Dipl.-Ing. Helmut Hinkers
helmut.hinkers@koetter-consulting.com

Einen Vorsprung...

verschaffen Sie sich heute gezielt über Fachkenntnisse! Dazu müssen Sie den richtigen Partner mit den richtigen Seminaren finden! In unserer KCE-Akademie vermitteln wir unser Wissen zu den Themen Schall-, Schwingungs- und Strömungstechnik in Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Das neue KCE-Akademie Gebäude wird ab September in Betrieb genommen, erstmals werden wir dann auch Seminare zusammen mit unserem Kooperationspartner der Technischen Akademie Esslingen (TAE) anbieten.



Schauen Sie doch einmal auf unserer Internetseite, ob etwas Passendes auch für Sie dabei ist: www.kce-akademie.de

„Wissen verschafft Vorsprung“ ist nicht nur ein Lebensmotto, sondern auch das Motto unserer neuen Zusammenarbeit mit der TAE!

Herzlich willkommen in unserem Hause!

Ihr Erwin W. Kötter

▶▶▶ INHALT ▶▶▶

- ▶ Telepräsenz-Raum – So fern und doch so nah!
- ▶ Richtcharakteristik in der Schallabstrahlung von Windenergieanlagen
- ▶ Große Oper auch hinter der Bühne – aber bitte ganz leise! Ungetrübter Hörgenuss im Saal
- ▶ Baulärm – Theorie und Praxis
- ▶ Regelwerk Baulärm
- ▶ Nordrhein-Westfalens erste Klimaschutzsiedlung
- ▶ Termine der KCE-Akademie

Richtcharakteristik in der Schallabstrahlung von Windenergieanlagen

Der Ausbau der Windenergie im Binnenland sorgt für die Erschließung und Nutzung immer neuer Standorte für Windenergieanlagen. In diesem Zusammenhang wird es immer häufiger erforderlich, Windparks im Nachtzeitraum schallreduziert zu betreiben, um dem Immissionschutz der Anlieger Sorge zu tragen. Schallreduzierungen wiederum ergeben aber Ertragsverluste.

Eine Möglichkeit, diesen Umstand möglichst zu minimieren, besteht in der ungleichen Schallabstrahlung um eine Windenergieanlage (WEA) herum. Jeweils vor (Gegenwindsituation) und hinter einer WEA (Mitwindsituation) ist ein höherer Pegel zu erwarten als in der Richtung der Rotorebene (Querwindsituation). Bei Schallimmissionsprognosen wird jeweils die höchste Schallabstrahlung in Richtung des Immissionsortes angenommen. Eine Beachtung der Windrichtung erfolgt hier nicht. Steht nun eine WEA während der Energieproduktion quer zu einem Wohnhaus, ist der in dieser Situation tatsächliche Pegel geringer als zuvor maximal berechnet.

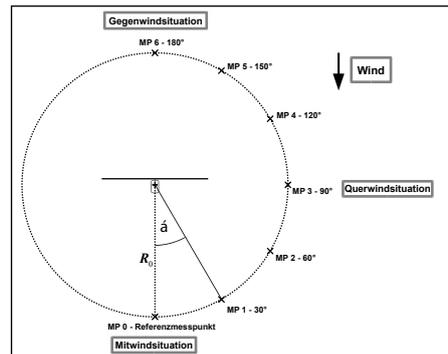
Heutige Schallmessungen für Windenergieanlagen werden überwiegend nur in Mitwindsituationen erhoben.

Doch bei heutigen Schallmessungen für Windenergieanlagen gemäß der FGW-Richtlinie werden überwiegend nur Messdaten in Mitwindsituation erhoben. Konkrete messtechnische Aussagen zur seitlichen Schallausbreitung sind äußerst selten. Diese könnten jedoch für die obigen Überlegungen genutzt werden.

Aussagen zur Richtcharakteristik finden sich in Untersuchungen des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen aus dem Jahre 1988 an einer zu diesem Zeitpunkt üblichen WEA. Diese Messungen wurden aber an einer aus heutiger Sicht kleinen WEA durchgeführt. Und es stellt sich die Frage, ob die damaligen Untersuchungen auf die heutigen Anlagen übertragbar sind, da sich mittlerweile die Technik (Optimierung der WEA-Hersteller), insbesondere die Nabenhöhen, die installierte Leistung und die Rotordurchmesser erheblich geändert haben.

Vor diesem Hintergrund wurde bei KÖTTER Consulting Engineers die Richtcharakteristik der Schallabstrahlung moderner Windenergieanlagen (WEA) der 1,5 MW und 2 MW Klasse mit Nabenhöhen zwischen 63 m und 114 m untersucht. Dabei wurden unter anderem auch WEA mit Flügelauftriebsprofil

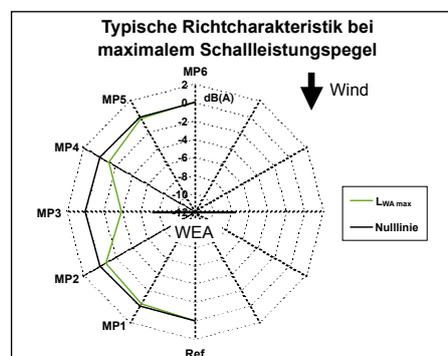
bis zur Nabe berücksichtigt. Die Vermessungen erfolgten parallel zu laufenden Emissionsmessungen entsprechend den technischen Richtlinien der Fördergesellschaft Windenergie (FGW-Richtlinie). Gemessen wurde im gleichen Anstand an sechs weiteren Messpunkten im gleichen Abstand rund um die jeweilige WEA.



▲ Abbildung 1: Schematische Darstellung des Messaufbaus

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messpunkte rund um die Windenergieanlagen. Insgesamt wurden Messdaten an sieben verschiedenen Windenergieanlagen mit insgesamt 30 einzelnen Messpunkten gemessen. Dabei war es mancherorts aufgrund der Topographie oder der Vegetation nicht immer möglich alle sechs zur Emissionsmessung zusätzlichen Messpunkte zu errichten.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass eine Richtcharakteristik bei hohen modernen Windenergieanlagen im Nahbereich vorhanden ist. Im Luv der Anlage (Gegenwindsituation) ist es jedoch nicht leiser als im Lee (Mitwindsituation) und auch auf den ersten 30° aus der Anlagenachse nimmt die Lautstärke nur minimal ab.



▲ Abbildung 2: Mittlere Richtcharakteristik bei hohen Windenergieanlagen

Die Schallleistung in Rotorebene (MP3) liegt aber deutlich darunter. Im Mittel über alle Auswertungen treten Reduzierungen von vier dB gegenüber dem maximalen Schalleistungspegel auf. In Abbildung 2



▲ Abbildung: Messaufbau in Querwindsituation

ist die mittlere Abweichung des maximalen Schalleistungspegels an den verschiedenen Messpositionen im Vergleich zum Referenzmesspunkt hinter der WEA dargestellt. Je nach vermessener Anlage ergeben sich hierbei unterschiedliche Reduzierungen. So konnten je nach WEA-Typ Reduzierungen von 2 dB bis 6 dB erzielt werden.

Eine mögliche Anwendung dieser Erkenntnisse wäre eine in Bezug auf einem maßgeblichen Immissionsort gesteuerte Regelung der Leistung mit einhergehender Erhöhung der Schalleistung. Durchgeführte Simulationen unter Berücksichtigung der Richtcharakteristik haben gezeigt, dass bei entsprechender Windrichtung die Möglichkeit gegeben ist, Windparks oder einzelne Windenergieanlagen windrichtungsabhängig mit höheren Schalleistungspegeln/Betriebsweisen zu betreiben um somit eine Ertragssteigerung zu erzielen. Hierbei ist allerdings die geographische Lage des maßgeblichen Immissionsortes zur WEA sehr entscheidend.

Des Weiteren eröffnet die Tatsache, dass der Schallpegel vor und hinter der Anlage annähernd gleich hoch ist, bei schwierig zu vermessenden Standorten die Möglichkeit, eine Emissionsmessung entgegen den Angaben der Norm ggf. vor der Anlage durchzuführen. Auch wenn die Terzspektren abweichend von denen am Referenzmesspunkt wären, könnte z.B. eine Tonhaltigkeit dennoch messtechnisch ausreichend erkannt und beurteilt werden. Dies könnte durch eine zusätzliche Ortsbegehung mit Aufnahme des subjektiven Höreindrucks noch unterstützt werden.

Matthias Humpohl B. Sc.
matthias.humpohl@koetter-consulting.com
Dipl.-Ing. Oliver Bunk
oliver.bunk@koetter-consulting.com

Große Oper auch hinter der Bühne – aber bitte ganz leise! Ungetrübter Hörerlebnis im Saal

Die denkmalgeschützte **Staatsoper Unter den Linden** in Berlin wird general saniert. Das historische Gebäude ist derzeit vollständig entkernt und wird inklusive aufwändigster Bühnentechnik erneuert. Die KCE betreffenden Gewerke sind Beratungsleistungen zur lärmarmen Planung der Maschinenteknik für die Ober- und Unter maschinerie sowie die Planung hochschalldämmender, sehr großer Bühnentore.

Bei diesem Projekt handelt es sich um eine technische und maschinenakustische Herausforderung. Die Planungen sehen vor, ca. 1.600 Tonnen Stahl zu verbauen. Die Doppelstockpodien der Unter maschinerie sind technisch besonders aufwändig, da die verschiedenen Ebenen einzeln und auch gemeinsam in unterschiedlichsten Varianten zeitgleich bewegt werden können. Zu erwähnen sind hier insbesondere die separat beweglichen Schleppböden, die zudem noch in eigenen verfahrbaren, mit speziellen Führungen gehaltenen Stahlkonstruktionen gehängt werden.

Auch bei szenischem Betrieb der Podien sind fast 1 Megawatt Antriebsleistung er-



▲ Abbildung: Hinter der wunderschönen Fassade von Opern- und Theaterhäusern steckt ein enormer technischer Bühnenaufwand. Hier: Staatsoper Wien.

forderlich, die an den Referenzmesspunkten, bezogen auf die eingesetzte Leistung und bewegten technischen Massen, höchsten akustischen Anforderungen genügen müssen. Es werden technische und physikalische Grenzen der Machbarkeit erreicht.

Das gilt auch für die aufwändige Obermaschinerie, denn der Operngast soll von dem beeindruckenden technischen Aufwand hinter der Bühne möglichst nichts bemerken – eigentlich schade...

KCE ist aktuell an weiteren Bühnenprojekten beratend tätig – das sind neben der „Staatsoper unter den Linden“ die

- ▶ Oper Graz
- ▶ Staatstheater Nürnberg
- ▶ Probensaal der Oper Nürnberg
- ▶ Volksoper Wien
- ▶ Theater Heidelberg
- ▶ Oper in Burgos, Spanien

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

Baulärm – Theorie und Praxis

Baustellen befinden sich häufig im Nahbereich von Wohngebieten und können daher zu erheblichen Belästigungen der Anwohner führen. Verantwortlich für den Lärmschutz auf einer Baustelle ist in erster Linie der Bauherr bzw. das bauausführende Unternehmen. Doch wie laut ist es in der Nachbarschaft? Diese Frage kann durch eine Baulärmprognose beantwortet werden.

Das Vorgehen bei der Erstellung einer Baulärmprognose erfolgt in mehreren Schritten. Zuerst wird in einem dreidimensionalen Modell die Umgebung mit sämtlichen

Eine sorgfältige Baulärmprognose beantwortet die Frage nach dem Lärm in der Bau-Nachbarschaft.

Lärmquellen, Immissionsorten, Gebäuden und der Geländetopografie digitalisiert. Die Nachbildung der lärmintensiven Tätigkeiten erfolgt anhand des Bauzeitenablaufplans unter Berücksichtigung der Einsatzorte und -zeiten der Baugeräte. Das Hauptproblem ist der Baufortschritt. Handelt es sich um eine

räumlich und zeitlich ausgedehnte wandernde Baustelle – wie z.B. bei Arbeiten zur Erstellung einer Spundwand – ergibt sich in der Nachbarschaft an jedem Arbeitstag eine veränderte Lärmsituation. Hier erweist sich das Konzept der worst-case-Betrachtung häufig als sehr hilfreich.

Kommt es in der Baulärmprognose jedoch zu einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft so befindet man sich oftmals in einer Zwickmühle. In diesem Fall sollen Maßnahmen zur Minderung des Baulärms angeordnet werden. Dies ist aber nicht immer zu realisieren. Beispielsweise erfordert der Abbruch von massiven Baukörpern physikalisch bedingt hohe Energien. Das konventionelle Stemmverfahren mittels Abbruchhammer verursacht hohe Schallemissionen. Alternative geräuscharme Abbruchverfahren (z.B. Seilsäge, Höchstdruckschneiden) sind theoretisch denkbar, oft aber auch praxisfern und in der Anwendung zeitintensiv.

Gesucht wird ein Lärminderungskonzept unter den Gesichtspunkten der Wirtschaft-

Regelwerk Baulärm

Das Bundesimmissionschutzgesetz regelt mit der TA Lärm die zulässigen Lärmimmissionen von gewerblichen Anlagen, jedoch nicht von Baustellen. Baustellen sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen und so zu betreiben, dass

- ▶ schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik verhinderbar sind,
- ▶ und nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken sind.

Ob eine schädliche Umwelteinwirkung vorliegt oder vermeidbar ist, regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen –, kurz AVV Baulärm.

lichkeit und der technischen Machbarkeit. Gibt es einen leiseren Ausweg, welcher Theorie und Praxis vereint? Wir beraten Sie gerne.

Dipl.-Ing. Frank Henkemeier
frank.henkemeier@koetter-consulting.com

Nordrhein-Westfalens erste Klimaschutzsiedlung Ein besonderes Projekt – auch für den Schallschutz

Alle reden über Klimaschutz. Lt. Wikipedia ist das der Sammelbegriff für Maßnahmen, die die Folgen der durch den Menschen verursachten globalen Erderwärmung abmildern bzw. sogar verhindern sollen. Vereinbarungen zur Erreichung der Ziele werden im Kyoto-Protokoll erarbeitet. Ein Hauptansatz hierbei ist die Reduzierung der CO₂-Emissionen.

Der Weg ist lang und steinig, manche gehen gar nicht erst los, andere geben unterwegs auf. Um so wichtiger ist es, dass auch die EU, allen voran Deutschland, Zeichen setzt. Und diese nicht nur protokolliert, sondern auch Realität werden lässt. Wie in Gelsenkirchen.

Nordrhein-Westfalen hat sich ein ehrgeiziges Projekt vorgenommen. 100 Klimaschutzsiedlungen werden mit öffentlichen Mitteln gefördert, um die CO₂-Emissionen im Gebäudebereich zu senken. Ziel ist die Erreichung des Passivhaus-Standards bzw. eine 50 bis 60%ige Unterschreitung der Anforderungen der EnEV 2009 bei Neubauten.

Als erste Klimaschutzsiedlung wurde das Modell Gelsenkirchen-Ückendorf in das Landesprojekt aufgenommen. Hier entstehen im Wohnpark Rheinelbestraße 56 Wohneinheiten in Passivbauweise. Hoher Dämmstandard, moderne Heiztechnik und der Einsatz regenerativer Energien sind dabei erforderlich. Nicht außer Acht lassen wollte der Architekt Helmut Mohr bei diesem Klimaprojekt aber auch den Schallschutz. So wurde KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG mit der schalltechnischen Beratung für das Bauvorhaben beauftragt, wobei wesentliches Augenmerk auf die Ausführung der Außenbauteile zu richten war, da die Bebauung teilweise noch im Einwirkungsbereich der Bundesstraße B227 liegt. Die Anforderungen der DIN 4109 in Verbindung mit dreifach verglasten Fenstern sowie der mechanischen Belüftung der Räume über die Fassaden erforderten spezielle Konkretisierungen, die sich teilweise auch auf das für die Einhaltung der Anforderungen der EnEV ausgewählte Wärmedämm-Verbundsystem auswirkten.



▲ Abbildung: Eines der vier neuen, versetzt angeordneten Gebäude der ersten Klimaschutzsiedlung NRW
Fotograf: Roland Borgmann

Für die schalltechnische und bauphysikalische Beratung für Ihr Passivhaus stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

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

Termine der KCE-Akademie

Kooperation mit der Technischen Akademie Esslingen (TAE)

Die TAE bietet ab September im Neubau der KCE-Akademie in Rheine eine Reihe spannender Seminare an. Auftaktveranstaltung der TAE:

Seminar „Spezielle Präsentationstechniken“
am 11./12. September 2012, KCE-Akademie in Rheine

Windenergie & Schall – Basiswissen

Tagesseminar am
05. September
in Berlin

Raumakustik

Tagesseminar am
27. September
KCE-Akademie
in Rheine

Technische Akustik Teil I + II

Seminar am
7./8. November,
KCE-Akademie
in Rheine

Einen Überblick über das **Seminarangebot der TAE** und weitere **KÖTTER-Veranstaltungen** erhalten Sie unter
www.kce-akademie.de

oder bei Frau Heike Nyhuis, Tel. +49 5971 9710-65,
E-Mail: heike.nyhuis@koetter-consulting.com
www.koetter-consulting.com



Veranstlungshinweis:

7. Rheiner Windenergie-Forum

am 13./14. März 2013

Mehr Informationen erhalten Sie im Herbst!
Beachten Sie auch die Hinweise unter
www.kce-akademie.de

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

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

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

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

www.kbi-berlin.de

