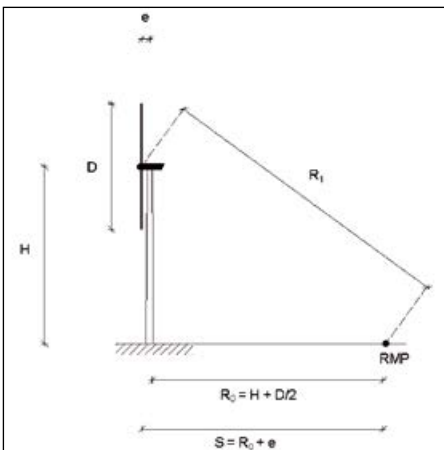


Führen verkürzte Abstände bei Vermessungen von Windenergieanlagen zu unterschiedlichen Schalleistungspegeln?

Die Ermittlung der Schalleistungspegel von Windenergieanlagen (WEA) erfolgt in der Regel nach der nationalen „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen – Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“ Revision 18 vom 01.02.2008 (auch FGW-Richtlinie genannt). Die wiederum folgt der internationalen DIN IEC 61400 Teil 11: Schallmessverfahren vom März 2007. In beiden Vorschriften sind Abläufe und Messmethodiken für die Ausführung der schalltechnischen Messungen vorgegeben.

So auch die Festlegung der horizontalen Entfernung R_0 von der Rotorebene zum Referenzpunkt zur Platzierung der schallharten Platte mit dem Mikrofon. Diese soll im Abstand von Nabenhöhe plus halber Rotordurchmesser, also der Gesamthöhe der WEA, im Lee der WEA platziert werden.



▲ Abbildung 1: Prinzipskizze zur Position des Referenzmesspunkts (RMP)

Jedoch ist es bei bestimmten Messumgebungen erforderlich, aufgrund von Fremdgeräuschen durch z.B. auf der Messposition stehenden Bäumen oder Hindernissen den Messpunkt zu verschieben. Ein weiteres Argument für einen verkürzten Messabstand liegt in der Wahrung des Störgeräuschabstandes von mindestens 6 dB zwischen Gesamtgeräusch und dem Hintergrundgeräusch. Diese Problematik tritt oftmals bei der Vermessung von schallreduzierten Betriebszuständen auf, da hier aufgrund

der leiseren Betriebsweise geringere Schalldruckpegel auf der Platte zu erwarten sind.

Die Verschiebung des Messpunktes ist richtlinienkonform. So darf der Referenzmesspunkt der horizontalen Entfernung R_0 um bis zu 20% abweichen, d. h. verlängert oder verkürzt werden. Sprich die schallharte Platte kann beliebig in einem Abstand zwischen 80% bis 120% vom Standardmaß positioniert werden. Doch ergeben sich bei Reduzierung des Abstandes im Vergleich zur Standardentfernung unterschiedliche Schalleistungspegel?

Dieser Frage ist KÖTTER Consulting Engineers (KCE) in einer eigenen Untersuchung nachgegangen. Hierzu wurden insgesamt zehn unterschiedliche WEA betrachtet. Zusätzlich zu der eigentlichen Schalleistungspegelvermessung wurde eine weitere geeichte Messkette mit einer zweiten Platte auf dem entsprechenden zu ergänzenden Abstand platziert. Also eine Platte auf 80% und eine Platte auf 100% des Abstandes der horizontalen Entfernung von der Rotorebene zum Referenzpunkt. Die Messungen enthielten dabei unterschiedliche WEA-Typen. Es wurden dem derzeitigen Stand der WEA-Technik überwiegend Pitch-Anlagen vermessen. Die installierte Nennleistung reichte dabei von $P_{el} = 600$ kW bis 2,3 MW, die Rotordurchmesser von $D = 53$ m bis 90 m und die Nabenhöhen von $H = 64$ m bis 108 m. Fehler durch den Messaufbau, Gerätetoleranzen sowie dem Messpersonal wurde durch den Einsatz unterschiedlicher Messketten sowie verschiedener Zusammensetzung des Messteams entgegengewirkt.

Fortsetzung Seite 2 ▶

7. Rheiner Windenergie-Forum am 13./14. März 2013

Jetzt anmelden unter www.kce-akademie.de

Wir können den Wind nicht bestimmen, aber wir können die Segel richtig setzen.

*Lucius Annaeus Seneca
röm. Philosoph, Dramatiker und Staatsmann*

Das Thema Windenergie wird derzeit in Politik, Wirtschaft und nicht zuletzt in der Gesellschaft viel diskutiert.

Für die Realisierung der allseits geforderten Energiewende sollen neue Windparks entstehen und die Anlagengrößen sollen wachsen.



Dem Thema „Schallausbreitung“ kommt hierbei eine zentrale Bedeutung zu.

Wir haben fachkundige Experten aus verschiedenen Branchen eingeladen, die uns Ihre Entwicklungen, Erfahrungen und Projekte zu speziellen Themen der Windenergie präsentieren werden.

Erfahren Sie mehr und diskutieren Sie mit auf unserem 7. Rheiener Windenergie-Forum am 13. und 14. März.

Ihr Erwin W. Kötter

▶▶▶ INHALT ▶▶▶

- ▶ Führen verkürzte Abstände bei Vermessungen von Windenergieanlagen zu unterschiedlichen Schalleistungspegeln?
- ▶ Emissionsmessung an einer Windenergieanlage mit Abschirmeinrichtung
- ▶ Lärm durch Bohranlagen – Kein Problem, wenn vorausschauend geplant wird!
- ▶ Neufassung der VDI 4100 zum Schallschutz von Wohnungen – Grundlegende Änderung der Beurteilungsgrößen
- ▶ Termine der KCE-Akademie

Fortsetzung von Seite 1 ▶

Für die Messungen ergab sich in Bezug auf den maximalen ermittelten Schallleistungspegel ein Schwankungsbereich von - 0,2 dB bis + 0,3 dB. Dies ergibt über alle Auswertungen eine mittlere Abweichung von + 0,1 dB. Das bedeutet, dass der Schallleistungspegel bei 80% des Abstandes tendenziell um 0,1 dB höher liegt als beim Standardmaß. Die Messreihen zeigen auf, dass die Abweichung deutlich innerhalb des Bereiches der Messunsicherheit von üblich $U_c \pm 0,8$ dB bei KCE-Messungen liegt.

Als Fazit ist zu sagen, dass in begründeten Fällen ein verkürzter Messabstand entsprechend der Vorgaben der FGW-Richtlinie bzw. der IEC 61400-11 zur Erhöhung des Störgeräuschabstandes durchaus für den erfolgreichen Abschluss einer Vermessung sinnvoll ist. So konnte in einem der vermessenen Projekte der Störgeräuschabstand zwischen Anlagen- und Hintergrundgeräusch durch die Ausnutzung des ver-



▲ *Abbildung 2: Messaufbau mit zwei Mikrofonanordnungen auf schallharten Platten. Im Vordergrund Abstand bei 100%, dahinter liegend Abstand 80%*

kürzten Messabstandes gegenüber dem Standardmaß um mehr als 4 dB erhöht werden. Hier führte der verkürzte Messabstand zu einem ausreichend großen Störgeräuschabstand von $L_{s+n,n} > 6$ dB, wohin-

gegen beim Standardmaß von 100% keine Auswertung möglich gewesen wäre. Somit konnte einerseits eine richtlinienkonforme Schallleistungspegel-Bestimmung durchgeführt und andererseits zusätzliche Kosten für eine erneute Messung vermieden werden.

KÖTTER Consulting Engineers wird auch zukünftig den verkürzten Messabstand für erfolgreiche Abschlüsse von Emissionsmessungen an Windenergieanlagen verwenden.

Es ist geplant, die Messreihe mit zusätzlichen Untersuchungen zu erweitern, da für die Evaluierung auch Ergebnisse des derzeitigen Trends zu höheren Nabenhöhen bis 150 m wünschenswert sind.

Dipl.-Ing. Oliver Bunk
oliver.bunk@koetter-consulting.com

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

Emissionsmessung an einer Windenergieanlage mit Abschirmeinrichtung

Im einem Windpark befanden sich fünf Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V90-2.0MW mit Nennleistung $P_{Nenn} = 2.000$ kW, einem Rotordurchmesser von 90 m und einer Nabenhöhe von 105 m.

Zu vermessen war der Schallleistungspegel für eine Windenergieanlage im schallreduzierten Betrieb „Mode 2“. Aus der Genehmigung war ein Schallleistungspegel von $L_{WA} = 101,1$ dB(A) maximal zulässig.



▲ *Abbildung 1: Aufbau der abschirmenden senkrechten Platte hinter der waagrechten Platte mit Mikrofon, im Hintergrund Zubringer und Autobahn*

Vor Ort stellte sich die Aufgabe, dass östlich in gut 300 m Entfernung zur WEA eine vielbefahrene Autobahn und nördlich ein Zubringer lagen, die hohe Fremdgeräusche erzeugten. Hierbei ist zu beachten, dass der Schallmesspunkt mit 190 m Abstand noch näher an der Autobahn lag. Zur Messung wird üblicherweise ein Mikrofon auf einer ebenerdigen, schallharten Platte befestigt und mit Windschirmen versehen, die den störenden Windeinfluss minimieren. Gegen einen störenden Fremdgeräusch einfluss

durch z. B. Verkehrslärm helfen sie allerdings nicht. Bei den hohen Fremdgeräuschen durch die Autobahn wäre eine Geräuschtrennung von Anlagen- und Fremdgeräusch eventuell unmöglich geworden oder die Qualität der Messung wäre stark beeinträchtigt gewesen.

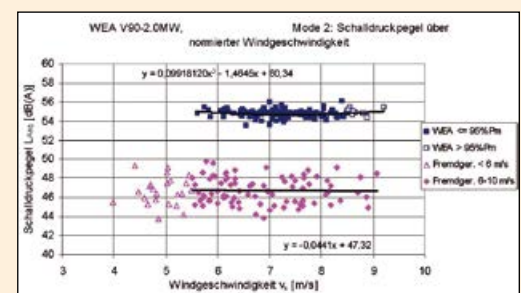
Die Idee zur Lösung stellte eine senkrechte abschirmende Platte dar, die direkt hinter der waagrechten Platte aufgestellt wurde. Dadurch wurden die Geräusche von Autobahn und Zubringer teilweise abgeschirmt. Zudem wurden die Geräusche der Windenergieanlage durch Reflexion an der schallharten senkrechten Platte verstärkt. Vermutet wurde eine Pegelerhöhung um 3 dB durch Reflexion an der senkrechten Platte. Der genaue Effekt in dB ergab sich als Resultat einer speziellen Testreihe, die vor der Messung an der V90 2.0MW stattfand.

Diese Testreihe bestand aus sechs einzelnen Emissionsmessungen an Standorten mit geringerer Fremdgeräuschbelastung. Zwei Mikrofone wurden zu jedem Messtermin parallel in einigen Metern Abstand voneinan-

Zur Schallmessung wird ein Mikrofon auf einer ebenerdigen, schallharten Platte befestigt und mit Windschirmen versehen.

der, sodass eine gegenseitige Beeinflussung ausgeschlossen war, normgemäß jeweils auf einer schallharten ebenerdigen Platte montiert. Hinter die eine schallharte Platte

wurde eine abschirmende senkrechte Platte gesetzt und dann gleichzeitig die Emission einer Windenergieanlage gemessen. Die Unterschiede der Schalleistung aus allen Windklassen und allen Einzelmessungen ergaben sich im Mittel tatsächlich zu $\Delta L = 3,0$ dB. Somit konnte und kann diese Methode eingesetzt werden, indem anstelle einer Korrektur von $\Delta L = - 6,0$ dB für die ebenerdige Platte eine von $\Delta L = - 9,0$ dB für beide Platten zur Umrechnung von Schalldruck- in Schallleistungspegel erfolgt.



▲ *Abbildung 2: Gemessene Datenpunkte des Schalldruckpegels über der normierten Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei WEA-Betrieb (blau) und bei Abschaltung (rot), mit Regressionskurven*

Der erreichte Störabstand zwischen Gesamtgeräusch (blaue Datenpunkte) und Fremdgeräusch (rote Datenpunkte) war mit rund 8 dB recht gut. Als Ergebnis wurde ein maximaler Schallleistungspegel von $L_{WA} = 100,8$ dB(A) bestimmt, sodass sowohl wir mit dem Messverfahren als auch der Auftraggeber mit dem Resultat zufrieden waren.

Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer
juergen.weinheimer@koetter-consulting.com

Lärm durch Bohranlagen – Kein Problem, wenn vorausschauend geplant wird!

Im Umfeld eines steigenden Gasverbrauches sowie zunehmender Erdgasimporte erlangen unterirdische Erdgasspeicher eine immer größer werdende Bedeutung für die nationale und europäische Erdgasversorgung. Die notwendigen Bohrungen zur Solung von Kavernen im Salz, in Porenspeichern oder um in heiße Gesteinsschichten für geothermisch Anwendungen vorzudringen, werden durch Landbohranlagen niedergebracht. Neben dem eigentlichen Bohrgestänge sind weitere verfahrenstechnische Maschinen und Anlagen auf dem Bohrplatz im Einsatz.

Vor der Inbetriebnahme der Bohrungen ist der Lärm, der durch den Bohranlagenbetrieb in der Nachbarschaft verursacht wird, zu prognostizieren und zu bewerten. Berücksichtigt werden Einzelschallquellen, zu untersuchende Anlagenbetriebszustände sowie die Wohngebäude in der Nachbarschaft. Generell wird unterschieden nach den beiden Betriebszuständen ‚Bohrbetrieb‘ und ‚Trippen‘.

Die Ermittlung der Schalleistungspegel der relevanten Emissionsquellen erfolgt in Anlehnung an DIN EN 3744 ff bei repräsentativen Anlagenbetrieb.

Hauptlärmquellen von Bohranlagen sind:

- ▶ der Topdrive, ein im Mast eingebauter Antrieb zur Rotation des Bohrgestänges
- ▶ die Spülpumpen, zur Zirkulation der Bohrspülung (siehe Abbildung 1)
- ▶ die Zentrifugen, zur Reinigung der Spülung vom mitgebrachten Gestein
- ▶ Rührwerke in der Tankanlage, zur Mischung der Spülung vor dem Verpumpen
- ▶ Schüttelsiebe, zur Grobreinigung der Spülung
- ▶ das Hebewerk, eine Seiltrommel zum Heben und Senken des Bohrgestänges und des Topdrives
- ▶ die Dieselaggregate zur Stromversorgung falls kein Netzbetrieb vorliegt



▲ Abbildung 1: Spülpumpenaggregat mit eingehauster Antriebsmotoreinheit

Die Anzahl der bei Anlagenbetrieb parallel eingesetzten Maschinen z. B. Pumpen, Schüttelsiebe, Zentrifugen, usw. erfolgt in Abstimmung mit dem Bohranlagenbetreiber. Diese Ausgangsdaten sind Grundlage für die Berechnung der Lärmimmissionen in der Nachbarschaft. Während der Emissionsmessungen an Einzelschallquellen werden die Anlagenbetriebszustände dokumentiert. Dies sind z. B. der Bohrdruck (t), das Drehmoment (Nm) oder die Drehzahl des Bohrstranges (1/min).

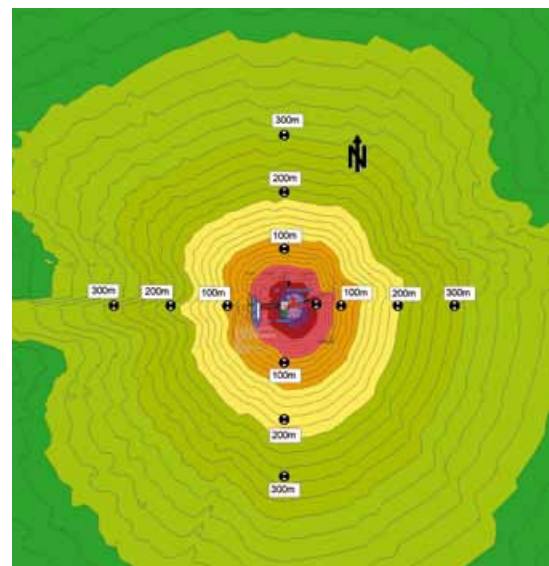
Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt mit der zertifizierten Software CADNA/A. Auf der Basis des 3D-Computermodells werden die Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft für die Betriebszustände ‚Bohrbetrieb‘ und ‚Trippen‘ nach DIN ISO 9613 prognostiziert.

Das 3D-Schallausbreitungsmodell berücksichtigt dabei das Rig-Layout des Bohrplatzes mit der Lage der Gebäude, Behälter, des Bohrturms und der Schallquellen. Weiterhin werden die Geländetopografie, Reflexionen, Abschirmungen (z. B. durch Wand, Wall und Gebäude) detailliert eingearbeitet. Neben der exakten Lage und Höhe der Emissionsquellen ist die Betriebszeit jedes Aggregats festzustellen. Das Ergebnis zeigt die Lärm-Gesamtsituation der Anlage für die jeweilige Lokation, farblich in Lärmzonen eingeteilt (siehe Abbildung 2).

Durch die Informationen zu Immissionen und Teilpegeln auf der Lärmkarte ist es möglich, Maßnahmen zur Lärmreduzierung exakt zu planen.

Die Beurteilung der Geräuschsituation erfolgt auf der Grundlage der TA Lärm. Bei Überschreitung der zulässigen Beurteilungspegel – je nach Gebietsausweisung der Immissionsorte – können in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber Lärminderungsmaßnahmen in Form von Einhausungen, Abschirmeinrichtungen und Lärmschutzwänden oder mögliche Betriebszeiträume sehr lauter Aggregate untersucht werden.

Durch die Darstellung der Lärmsituation als Lärmkarte mit Informationen zu Immissionspegel- und Teilpegelbeiträgen von Einzelschallquellen für jeden relevanten Immissionsort ist es möglich, einzelne Maßnahmen zur Lärmreduzierung exakt zu planen. Aber auch eine komplette Verschiebung oder Drehung der Bohranlage bzw. einzelner



▲ Abbildung 2: Berechnete Lärmsituation auf dem Bohrplatz und in definierten Abstand zum Bohrloch

Komponenten ist am Modell möglich, um eine möglichst ‚lärmarme‘ Betriebsituation zu finden.

Sind die Hauptlärmquellen der Bohranlage bekannt, kann das Modell natürlich auch zur Planung weiterer Bohrungen genutzt werden. So ist bereits in der frühen Planung der Bohrung geklärt, ob beispielsweise mittels Dieselgenerator der notwendige Strom für den Betrieb vor Ort erzeugt werden kann, oder ob auf jeden Fall Energie aus dem öffentlichen Versorgungsnetz bereitgestellt werden muss, da der Dieselbetrieb zu laut ist.

Grundsätzlich beinhaltet ein 3D-Modell einer Bohranlage die Auflistung der Schallquellen für den untersuchten Betriebszustand, die Berechnung der Lärmsituation für alle zu untersuchenden Wohnhäuser in der Nachbarschaft, die Berechnung von Lärmkarten für das Betriebsgelände und der Nachbarschaft, die Berechnung der Immissionspegel im definierten Abstand und Richtung zur Bohranlage sowie die Teilpegelbeiträge der Schallquellen in der Nachbarschaft.

Somit ist jeder Behörde, jedem Anwohner, dem Bergamt aber auch den auf der Bohranlage beschäftigten Mitarbeitern die Möglichkeit gegeben, sich über die Lärmsituation einen Überblick zu verschaffen. Der offensive Umgang mit Lärm aber auch das Aufzeigen von Maßnahmen verschafft dem Betreiber eine deutlich höhere Akzeptanz in der Bevölkerung.

Fazit:

Das Ziel der Untersuchung ist es, neben der Einhaltung der Immissionsrichtwerte in Kooperation mit dem Auftraggeber eine schalltechnisch und wirtschaftlich optimierte Auswahl von Lärminderungsmaßnahmen zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte sicherzustellen. Die ermittelten Schalleistungspegel und Frequenzspektren der Einzelschallquellen werden als Planungsinstrument für zukünftige Projekte und zur Auslegung von Lärminderungsmaßnahmen genutzt. Und zu guter Letzt dient das vorliegende Lärmkataster jederzeit als Grundlage zur Ermittlung und Beurteilung der Lärmexposition an Arbeitsplätzen auf dem Betriebsgelände.

Frank Wenzel

frank.wenzel@koetter-consulting.com

Kein Wind ist demjenigen günstig,
der nicht weiß, wohin er segeln will.

(Michel de Montaigne)

Technische Akustik Teil I + II

Seminar am 24./25. April 2013
in der KCE-Akademie, Rheine

Windenergie & Schall – Basiswissen

Tagesseminar am 15. Mai 2013
in der KCE-Akademie, Rheine

Termine der **Technischen
Akademie Esslingen (TAE):**

Elektrisches Messen mechanischer Größen

06./07. Juni • KCE-Akademie, Rheine

Ingenieure im technischen Vertrieb

10./11. Juni • KCE-Akademie, Rheine

Mehr Informationen unter
www.kce-akademie.de



▲ Abbildung: Schallschutzplanung im Wohnungsbau

Neufassung der VDI 4100 zum Schallschutz von Wohnungen – Grundlegende Änderung der Beurteilungsgrößen

Im Oktober 2012 erschien die neue VDI Richtlinie „Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz“. Gegenüber der Ausgabe von 2007 beinhaltet die Neuausgabe grundlegende Änderungen.

Für die Bewertung und Einstufung des Schalldämmniveaus werden nicht wie bislang bauteilbezogene, sondern – erstmals in Deutschland – raumbezogene Kenngrößen verwendet. Für die Luftschalldämmung ist damit nicht mehr das bewertete Schalldämm-Maß R'_{w} , sondern die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ und für die Trittschalldämmung nicht mehr der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$, sondern der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ maßgeblich.

Zielsetzung dieser Umstellung soll sein, dass nicht mehr die Schalldämmung der Bauteile eines Gebäudes ein Mindestmaß erfüllen soll, sondern der „Schallschutz zwischen den Räumen“. In der Konsequenz bedeutet dies, dass zur schalltechnischen Dimensionierung der Bauteile eines Gebäudes erstmals (und abweichend von der bauaufsichtlich relevanten DIN 4109) die Flächen der trennenden Bauteile und die Raumabmessungen zu beachten sind.

Das „Maß für den Schallschutz“ war bei einem Wohngebäude unter der Vorausset-

zung gleicher Konstruktionen und Materialien der Trennwände, -decken und flankierenden Bauteile bislang unabhängig von der Raumgeometrie für alle Räume gleich. Nach neuer Richtlinie ist dieses Maß geometrie- und damit auch richtungsabhängig. Bei einer Wohnungstrennwand, die beispielsweise mit $R'_{w} = 56$ dB dimensioniert wurde, beträgt die Standard-Schallpegeldifferenz bei zwei kleinen aneinandergrenzenden Räumen (Breite/Tiefe/Höhe = 3,10 x 3,10 x 2,70 m) z. B. $D_{nT,w} = 57$ dB, bei zwei großen aneinandergrenzenden Räumen (Breite/Tiefe/Höhe = 4,20 x 5,00 x 2,70 m) $D_{nT,w} = 59$ dB.

Der Aufwand für die schalltechnische Dimensionierung und der Nachweis wird damit ganz wesentlich erhöht. Nicht zuletzt aus diesem Grunde wird die Neufassung der Richtlinie in Fachkreisen teilweise äußerst kritisch gesehen.

Wird bei einem geplanten Gebäude ein Schallschutz nach aktueller VDI 4100 vereinbart, ist in jedem Fall Vorsicht geboten, da eine spezielle Dimensionierung der Bauteile erforderlich ist und nicht auf Standardkonstruktionen, die den Anforderungen bislang genügten, zurückgegriffen werden kann.

Dipl.-Ing. Helmut Hinkers

helmut.hinkers@koetter-consulting.com

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

