

# Schalltechnische Planung eines Großkraftwerkes in den verschiedenen Phasen von der Machbarkeitsstudie über die Genehmigungs- und Detailplanung bis zur Inbetriebnahme

Reinhard Wunderlich und Michael Hofmann

## Abstract

*Sound engineering of a coal power plant at the various stages starting with the feasibility study, the approval procedure up to detail planning and starting up*

*The Moorburg power station is operating since 2015 and represents with an output of approximately 1.6 GW<sub>el</sub> one of the most modern coal-fired power plants worldwide. The special feature of this plant is its high net efficiency of 46.5 %, with a high level of flexibility in regulating electric power.*

*Preliminary investigations in the course of clarifying a possible settlement at the site, started in 2005, already demonstrated that in particular the noise control has to be paid high attention to.*

*The different sections of noise protection concept, of the approval procedure, the construction supervision and construction are described in terms of an example, based on relevant sound sources for the power plant. A special challenge has been the integration of the adapted cooling concept in 2009 with the construction of a hybrid cooling tower. It became evident that it is not sufficient to formulate only warranty claims. Rather, an accompanying engineering consultancy is essential, beginning with the formulation of guarantee values, to laboratory measurements, such as ducted silencers, to performance tests during commissioning, and, if necessary, to the elaboration of technical and economic noise control measures in close cooperation with all those involved in the construction.*

*Only in this way it was possible to meet the high demands on the noise control and to ensure a quiet safe operation. First indicative measurements show that this aim can be achieved.*

## Autoren

Dr. Reinhard Wunderlich  
Michael Hofmann  
IBAS Ingenieurgesellschaft mbH  
Bayreuth, Deutschland

## Einleitung

Im Jahr 2022 soll das letzte Kernkraftwerk in Deutschland vom Netz gehen, die installierte Leistung der erneuerbaren Energien wird dann etwa 2-mal so hoch sein wie derzeit [1]. Da aber diese Primärenergieträger nicht immer im ausreichenden Maße zur Verfügung stehen (Sonne scheint nicht immer, Wind weht nicht kontinuierlich) bedarf es einer sogenannten gesicherten Kraftwerksleistung. Hierzu ist das mit Steinkohle befeuerte Kraftwerk Moorburg mit zwei Blöcken der Vattenfall Europe Generation AG zu zählen. Die elektrische Bruttoleistung beträgt insgesamt 1.654 MW<sub>el</sub> (Durchlaufkühlung) bzw. 1.636 MW<sub>el</sub> (Kreislaufkühlung). Das Besondere an diesem Kraftwerk ist sein hoher Nettowirkungsgrad von 46,5 % bei einer gleichzeitig hohen Flexibilität [2]. So kann die Kraftwerksleistung innerhalb von nur 15 min um bis zu 600 MW hoch oder runter geregelt werden [3]. Damit ist eine schnelle Anpassung an den Bedarf bei wechselnden Leistungen der erneuerbaren Energien möglich.

Dass insbesondere dem Schallimmissionsschutz hohe Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, zeigten schon die Voruntersuchungen im Jahr 2005 im Zuge der Klärung einer möglichen Ansiedlung am Standort. An dieser Stelle sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die Werksfläche an der alten Süderelbe bereits schon früher zur Energieerzeugung genutzt wurde. So wurde am damaligen Standort von 1974 bis 2001 ein Gaskraftwerk betrieben, das 2004 zurückgebaut wurde. Das benachbarte Gasturbinenkraftwerk wurde noch bis 2009 in Betrieb gehalten und danach demontiert.

Nachfolgend werden die einzelnen Phasen der Schallschutzplanung für das Kraftwerk beschrieben. Eine besondere Herausforderung bildete dabei die schalltechnische Integration des im Jahr 2009 angepassten Kühlkonzeptes mit Errichtung eines Hybridkühlturms.

## Die Genehmigungsphase

Die schalltechnische Beurteilung genehmigungsbedürftiger Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erfolgt nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [4]. Die in der TA Lärm unter Ziffer 6.1 festgelegten Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit der Gebietseinstufung nach dem Bebauungsplan, in dem die Immissionsorte liegen, lauten wie folgt:

– in Industriegebieten	70 dB(A)
– in Gewerbegebieten tags:	65 dB(A)
	nachts: 50 dB(A)
– in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	tags: 60 dB(A)
	nachts: 45 dB(A)
– in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	tags: 55 dB(A)
	nachts: 40 dB(A)
– in reinen Wohngebieten	tags: 50 dB(A)
	nachts: 35 dB(A)
– in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags: 45 dB(A)
	nachts: 35 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten. Als Nachtzeit ist die Zeit zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr zu betrachten. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Stunde (z. B. 01:00 bis 02:00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilenden Anlagen relevant beitragen.

Der Standort der Kraftwerksanlage selbst (vgl. Bild 1) befindet sich in einem Gebiet, das von Industrieanlagen umgeben und nach dem Flächennutzungsplan der Stadt Hamburg als Hafengebiet ausgewiesen ist. Die nächste Wohnbebauung, der Stadtteil Moorburg mit ca. 800 Einwohn-

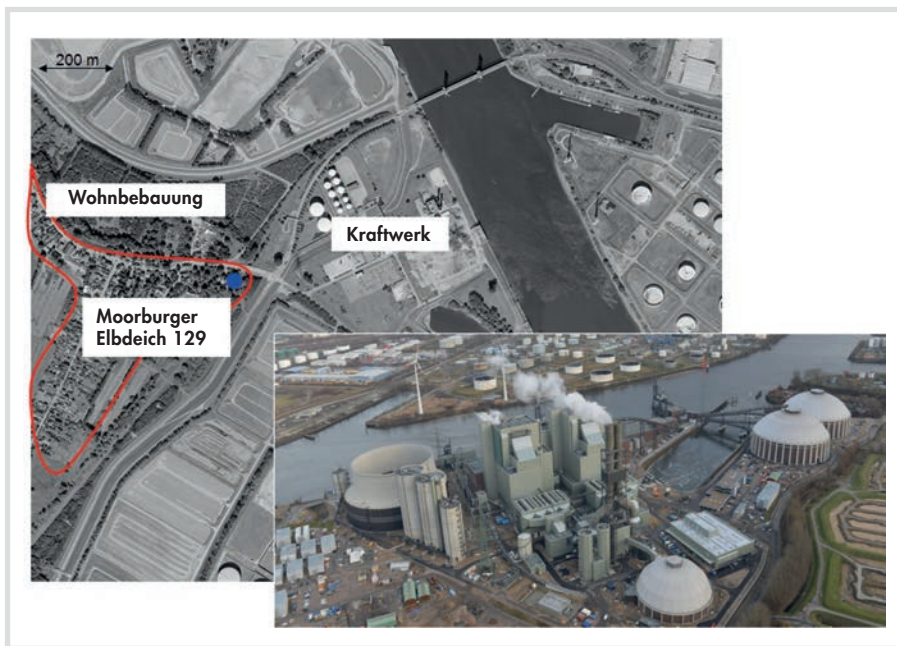


Bild 1. Standort des Kraftwerks Luftbild vor Beginn der Bauarbeiten, Einschub: Luftbildaufnahme nach Inbetriebnahme [5].

nern, liegt hinter dem Dreuer Hauptdeich in südwestlicher Richtung. Das für die schalltechnische Planung des Kraftwerks nächstgelegene maßgebende Wohnhaus, im Folgenden als Immissionsort IO 1 bezeichnet, befindet sich nur 200 m von der Westgrenze des Kraftwerkes entfernt. Nach dem Flächennutzungsplan ist der Bereich des Wohnhauses als Mischgebiet im Sinne der TA Lärm einzustufen, womit folgende Immissionsrichtwerte außen vor dem vom Lärm am stärksten betroffenen Wohnfenster für die Beurteilung gelten:

tags: 60 dB(A)  
nachts: 45 dB(A).

Für Neuplanungen ohne Vorbelastungen durch vorhandene Gewerbe- oder Industrieanlagen dürfen die Immissionsrichtwerte der TA Lärm ausgeschöpft werden, wenn gleichzeitig sichergestellt ist, dass der Stand der Technik zur Lärminderung eingehalten wird. Für den weitaus häufigeren Fall einer gewerblichen und industriellen Vorbelastung, wie dies am Standort der Fall ist, ist es schwieriger die Anforderungen der TA Lärm umzusetzen. Oft steht nur ein Teilimmissionspegel zur Verfügung bzw. wird im Bescheid festgelegt, der mehr oder weniger deutlich unter dem insgesamt zulässigen Immissionsrichtwert nach TA Lärm liegt. So wird regelmäßig das so genannte Irrelevanzkriterium der TA Lärm gemäß Ziffer 3.2.1 (Prüfung im Regelfall) angewendet, wobei der zu beurteilenden Anlage aus schalltechnischer Sicht die Genehmigung zu erteilen ist, wenn „der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6 [TA Lärm] am maßgeblichen

Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.“

Für die Neubauplanung des Kraftwerks Moorburg hätte diese Vorgehensweise einen Immissionspegelanteil in der maßgeblichen Nachtzeit von nur 39 dB(A) bedeutet. Die Voruntersuchungen unter Einbeziehung von einschlägigen Erfahrungen aus Kraftwerksplanungen sowie entsprechenden Studien (vgl. z.B. [6]) führten zu dem Ergebnis, dass damit höchstens ein Gesamtschalleistungspegel für das Kraftwerk von etwa  $L_{WA} = 110$  dB(A) zur Verfügung gestanden wäre. Selbst unter Ausschöpfung aller Schallschutzmaßnahmen, die den Stand der Lärminderungs-

technik erfüllen, hätte das Kraftwerk auf einen Nachtbetrieb von bestimmten Kraftwerksteilen, so z. B. der Bekohlungsanlage, verzichten müssen. Insofern war die spezifische Geräuschsituation des Kraftwerksstandorts zu würdigen. Das heißt, es war erforderlich, die Festlegung von Teilimmissionspegeln nicht am „grünen Tisch“ vorzunehmen, sondern in Kenntnis der speziellen Geräuschsituation, natürlich in Abstimmung und nach Rücksprache mit der Genehmigungsbehörde. So hat die Fachbehörde hier besonderen Wert auf die sichere Bestimmung der Vorbelastung gelegt. Es wurden sowohl begleitete Messungen als auch Langzeitmessungen durchgeführt, mit dem Ergebnis, dass für die schalltechnische Beurteilung des Vorhabens auf Ziffer 3.2.1, Absatz 5, der TA Lärm abgestellt werden konnte. Danach kann aufgrund der Vorbelastung Dritter, die die Immissionsrichtwerte schon deutlich überschreiten und wenn bis auf absehbare Zeit keine Änderung der Geräuschsituation zu erwarten ist, unter gewissen Voraussetzungen eine Genehmigungsfähigkeit hergestellt werden:

„... Die Genehmigung darf wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht versagt werden, wenn infolge ständig vorherrschender Fremdgeräusche keine zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen durch die zu beurteilende Anlage zu befürchten sind ...“

Die Vorbelastungsermittlungen führten zu dem Ergebnis, dass der Mittelungspegel in der Nachtzeit am relevanten Immissionsort insgesamt regelmäßig über 50 dB(A) liegt, wobei schon die gewerblichen Emittenten (Containerterminal, 2 Raffinerien, weitere Industriebetriebe) allein zu einem Beurteilungspegel von 48 dB(A) in Summe für die

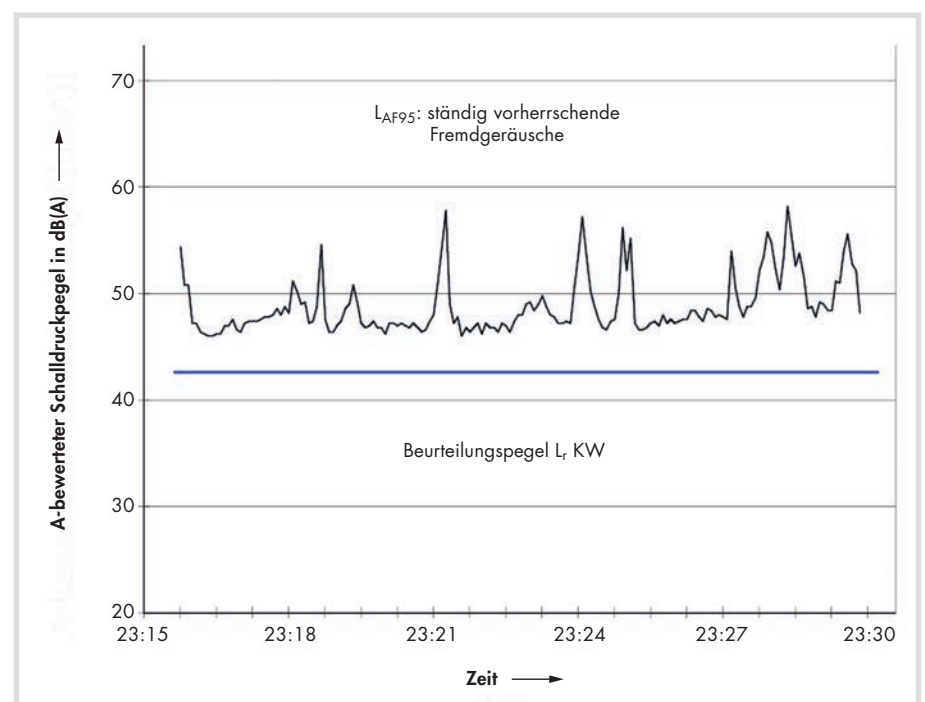


Bild 2. Typischer Pegel-Zeit-Verlauf am IO 1 zur Nachtzeit.

Tab. 1. Emissionsansätze als Grundlage für die Garantieanforderungen.

Betriebseinheit	Schalleistungspegel $L_{WA}$	Immissionsanteil am IO 1 [dB(A)]
BE 1 – Versorgung der Anlage	111,5	35,0
BE 2 – Dampferzeugeranlagen	100,5	30,5
BE 3 – Rauchgasbehandlung und -ableitung	107,5	41,5
BE 4 – Wasser-Dampf-Kreislauf und Energieableitung	109,0	33,0
BE 5 – Entsorgung der Anlage	111,0	34,5
BE 6 – Wasseraufbereitungsanlagen	95,0	15,0
BE 7 – Kühlwasseranlagen	114,5	34,0
<b>Gesamt nachts</b>	<b>118,5</b>	<b>44,0</b>
BE 8 – Werksverkehr (nur Tagzeit)	111,0	49,5
<b>Gesamt tags</b>	<b>119,0</b>	<b>50,5</b>

gewerblichen Geräuschimmissionen in der Nachtzeit (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr) beitragen. Insofern konnte dann für die Kraftwerksanlagen insgesamt ein Beurteilungspegel von 44 dB(A) prognostiziert und für realisierbar angesehen werden, der seitens der Fachbehörde mitgetragen wurde.

Bild 2 zeigt einen typischen Pegelzeitverlauf des 95%-Überschreitungspegels und den zulässigen Beurteilungspegel für das Kraftwerk, der ständig vom Wert des 95%-Überschreitungspegel überdeckt wird.

### Planungsphase

Mit dieser Festlegung für den zulässigen Beurteilungspegel für das Kraftwerk im Genehmigungsbescheid wurden die Randbedingungen für die schalltechnische Gesamtplanung geschaffen.

Aus dem zur Verfügung stehenden Immissionskontingent von 44 dB(A) resultiert rückgerechnet, dass für die beiden Kraftwerksblöcke insgesamt eine Schalleistung mit einem Pegel von etwa 116 dB(A) auf dem Gelände realisiert werden kann. Um diese Schallemissionen anschaulich darstellen und einschätzen zu können, sei der Vergleich mit der Schallemission einer Windkraftanlage gestattet. Übliche Anlagen mit z.B. 3,3 MW elektrischer Leistung können mit einem Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 106$  dB(A) in Ansatz gebracht werden. Das heißt, dass nur 10 dieser Anlagen mit dann insgesamt 33 MW elektrischer Leistung eine vergleichbare Schallemission erzeugen, wie das gesamte Kraftwerk Moorburg mit 2 x 850 MW elektrischer Leistung. Der „akustische Wirkungsgrad“ (Schalleistung/Nennleistung) des Kraftwerks ist mit  $2 \times 10^{-10}$  demnach um Größenordnungen geringer als der einer Windkraftanlage (ca.  $10^{-8}$ ).

Um die hohen Anforderungen an den Schallimmissionsschutz zu erfüllen, mussten unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten demzufolge die einzelnen Betriebseinheiten entsprechend ihrer Lage und Betriebsweise aus akustischer Sicht optimiert werden. So wurde z.B. für die

emissionsstarke Bekohlung, die auch zur Nachtzeit in Betrieb sein könnte (z.B. bei einer Schiffsentladung) mit den einzelnen Anlagenkomponenten Schiffsentlader, Kaiband, Einlagerungs- und Auslagerungsbänder, Siloanlagen etc., ein Immissionsanteil von 36 dB(A) zur Nachtzeit zur Verfügung gestellt.

Als weitere wesentliche Betriebseinheiten sind die weitgehend im Freien aufgestellte Rauchgasreinigungsanlage (REA), die Kessel und Maschinenhäuser, E-Filter und die Saugzuggebläse mit angeschlossenen Rauchgaskanälen zu sehen. Die konzeptionelle Aufteilung der Kontingente kann der nachfolgenden Tabelle 1 entnommen werden.

Insbesondere hinzuweisen ist an dieser Stelle auf den „Hybridkühlturm“, der der Betriebseinheit 7 zuzuordnen ist. Wurde bei den ersten Konzeptplanungen noch von einer reinen Durchlaufkühlung ausgegangen, so wurde im Laufe der Genehmigungsphase erkennbar, dass der Betrieb eines Kühlturmes notwendig wird. Gerade aufgrund der Tatsache, dass derartige Bauwerke erfahrungsgemäß die maßgebende Schallquelle an einem Kraftwerksstandort darstellen können, erforderte diese im Nachhinein zu berücksichtigende Situation einen hohen Aufwand an Schallschutz. So musste der Immissionspegelanteil des Kühlturms 10 dB unter

den insgesamt zur Verfügung stehenden Immissionspegelanteil von 44 dB(A) gelegt werden. Schlussendlich wurde die endgültige Gesamtplanung mit dem ersten Änderungsantrag (Errichtung und Betrieb eines Hybridkühlturmes) vom 23.12.2010 beschieden. Der zunächst genehmigte Beurteilungspegel von 44 dB(A) wurde somit weiterhin beibehalten. Bild 3 zeigt das Schallprognosemodell in 3-D Ansicht, das der Genehmigung und dem Gutachten zugrunde lag.

### Phase der Detailplanung und Vorgabe von Schallanforderungen

Die Formulierung von schalltechnischen Anforderungen bei der Ausschreibung der Einzelgewerke stellte einen maßgeblichen Part der akustischen Beratungsleistung dar. Bei kleinen Anlagen ist es in der Regel sinnvoll einen zulässigen Immissionsanteil am maßgebenden Immissionsort als Anforderung zu erarbeiten. Dieser Wert ist dann im Allgemeinen mit den Vorgaben der TA Lärm oder z.B. auch Festsetzungen im Bebauungsplan in Einklang zu bringen.

Ein derartig komplexes Großprojekt, wie das gegenständliche Kraftwerk, erfordert jedoch eine vielschichtige Vorgehensweise. Die Angabe eines zulässigen Immissionsanteils für den entsprechenden Auftragsumfang würde von jedem Lieferanten (und im Idealfall dessen schalltechnischen Berater) die Erstellung eines akustischen Ausbreitungsmodells erfordern. Nicht nur die betreffende Quelle bzw. der Lieferumfang, sondern das komplette Kraftwerk mit allen Gebäuden, die Ausbreitungsbedingungen (Höhenmodell, Meteorologie, etc) und der Immissionsort mit der Umgebungssituation müsste modelliert werden. Aufgrund der Vielzahl der Gewerke und beteiligten Hersteller und Lieferanten, die ihrerseits wieder auf Unterlieferanten zurückgreifen, wäre dies sehr aufwändig und nicht zielführend. Aus diesem Grund wurde neben dem zulässigen Immissionsanteil des betreffenden Gewerkes auch die Schallemission in Form von Schalleistungspegeln mit den entsprechenden

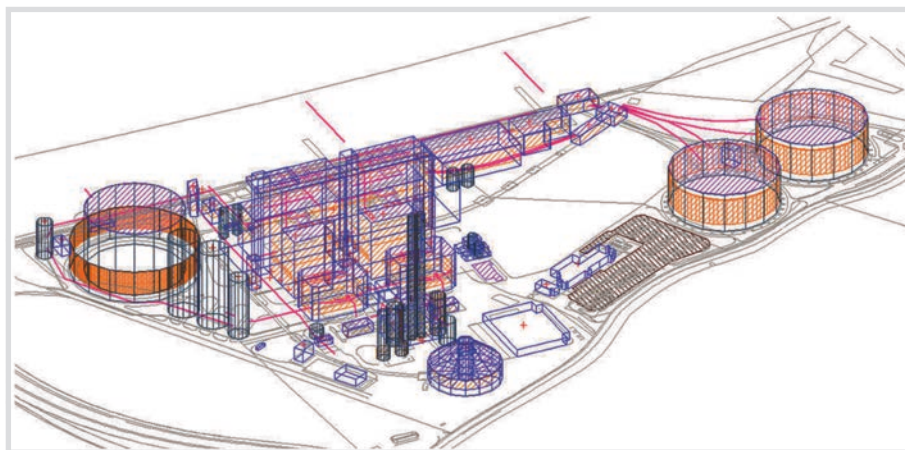


Bild 3. Prognosemodell der Genehmigungsplanung.

Tab. 2. Schalltechnische Anforderung (rot)/Planungswerte für den Saugzug-Druckseite (schwarz).

Frequenz f [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Im Kanal										
LWA vor Schalldämpfer [dB(A)]	81	94	112	134	135	136	131	121	109	140
Einfügungsdämpfung Schalldämpfer De [dB]	2	4	12	25	18	16	15	14	13	
LWA nach Schalldämpfer [dB(A)]	79	90	100	109	117	120	116	107	96	123
LWA nach Schalldämpfer [dB(A)] Anforderung	88	94	102	114	119	(120)	(121)	(116)	-	126

Randbedingungen (Lage, ggf. Abstrahlcharakteristik, technische Daten, etc.) vorgegeben.

Eine weitere Detaillierung wurde im Hinblick auf den Genehmigungsbescheid notwendig. So sollte explizit vermieden werden, dass weder tonhaltige noch tieffrequente Geräusche am Immissionsort auftreten können. Die schalltechnischen Vorgaben wurden aus diesem Grund bei maßgebenden Quellen auf das gesamte relevante Frequenzspektrum von 31,5 Hz bis 8 kHz erweitert. Insgesamt bedeutete dies, dass die Verantwortung für die Schallemission beim Hersteller/Lieferanten liegt und die Verantwortung für die realistische Betrachtung der Ausbreitungsbedingungen (Abschirmungen durch Gebäude, Meteorologie, Höhenmodell, etc.) bei IBAS. So konnte zu jedem Zeitpunkt der Detailplanung, der Bauphase und auch der Inbetriebsetzung das gesamte akustische Konzept im Blick gehalten und die Einhaltung der Gesamtvorgabe am Immissionsort sicher gestellt werden. Weiterhin war es damit möglich auf Planungsänderungen, wie z. B. die Hinzunahme des Hybridkühlturms, oder bei Überschreitung der Anforderungen bei Einzelgewerken, die bei derartigen Großprojekten nicht auszuschließen sind, schnell und wirtschaftlich optimiert zu reagieren.

Im Folgenden werden drei ausgewählte Beispiele im Hinblick auf die Aspekte der schalltechnischen Anforderung, Prognose und Garantiemessung näher beleuchtet.

### Saugzuggebläse/Rauchgaskanäle

Das Saugzuggebläse saugt die Rauchgase über die DeNOx-Anlage, den Rauchgasluftvorwärmer und E-Filter aus dem Kessel an und fördert das Rauchgas in die Rauchgasentschwefelungsanlage und weiter zum Schornstein. Es bildet eine der Hauptschallquellen im Kraftwerk und wurde aus Schallschutzgründen eingehaust, sodass die nach außen abgestrahlten Geräusche über

- saug- und druckseitig angeschlossene Kanäle bis einschließlich Schalldämpfergehäuse
- Gebäudewand und -dach
- Zu- und Abluftöffnungen
- Türen und Tore

einen Schalleistungspegel von

$L_{WA} = 97 \text{ dB(A)}$

pro Block nicht überschreiten. Nach den vorliegenden technischen Daten (9,7 MW Wellenleistung,  $3,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$  Volumenstrom) war davon auszugehen, dass vom Gebläse saug- und druckseitig eine Schalleistung mit einem Pegel von  $\approx 140 \text{ dB(A)}$  in die angeschlossenen Kanäle eingestrahlt wird. Dies hätte ohne weitere Dämpfungsmaßnahmen zu einer unzulässig hohen Abstrahlung, sowohl über die angeschlossenen Kanäle als auch über die vor dem Gebläse liegende Elektrofilteranlage und die nach dem Gebläse liegende Rauchgasentschwefelungsanlage, geführt. Das Gebläse wurde deswegen saug- und druckseitig mit Schalldämpfern ausgerüstet, die eine Länge von 3 bis 4,5 m aufweisen. Darüber hinaus erhielten die Rauchgaskanäle eine kombinierte Schall- und Wärmeisolierung.

Im Zuge der schalltechnischen Konzeptplanung mussten die druck- und saugseitigen Schalldämpfer so dimensioniert werden, dass der Kanalschalleistungspegel auf der jeweils leisen Seite unter  $120 \text{ dB(A)}$  liegt.

Im Rahmen der Ausschreibung wurde für die Komponenten Gebläse inkl. Antriebsmotor, saug- und druckseitig angeschlossenen Rauchgaskanäle und Schalldämpfergehäuse ein Immissionspegel vorgegeben. Wie bereits erläutert, kann dieser Zielwert in der Regel nicht durch die ausführende

Firma nachgewiesen werden. Es wurden daher die zulässigen Schallemissionswerte auf Basis des Standortmodells durch eine Rückrechnung ermittelt und als Garantieanforderung aufgenommen. Die Parameter der Prognose wurden in einem ersten Schritt aus Erfahrungen und Messungen von vergleichbaren Projekten abgeleitet, in einem zweiten Schritt erfolgte dann die Detaillierung auf Basis der Auslegungsparameter der Lieferanten. In Tabelle 2 sind die Anforderungen (rot) den Planungswerten, die vom Lieferanten im Rahmen der Bestellung genannt wurden, gegenüber gestellt. Im vorliegenden Fall wird nur auf den hier immissionsrelevanten Frequenzbereich bis 1.000 Hz abgestellt. Die Schallemission bei höheren Frequenzen (Werte in Klammern) ist aufgrund der Dämmung der Rauchgaskanäle und der Dämpfungen weiterer Komponenten (z. B. Rauchgaswäscher) nicht relevant. Gerade an diesem Beispiel wird die Wichtigkeit einer Gesamtbetrachtung nochmals unterstrichen. Würde der Frequenzbereich oberhalb 1.000 Hz bei der schalltechnischen Auslegung der Planung mit einbezogen, so hätte dies zur Folge, dass zur Minderung zusätzliche Absorptionsschalldämpfer notwendig geworden wären, was neben den Investitionskosten auch zusätzliche Betriebskosten (Druckverlust, Wartungsarbeiten, etc.) nach sich gezogen hätte.

Die Aufnahme von schalltechnischen Anforderungen in die Garantiebedingungen der Bestellung ist zwingend notwendig. Jedoch müssen auch Möglichkeiten geschaffen werden, diese Anforderungen messtechnisch zu überprüfen. Aus diesem Grund wurde bereits in der Planungsphase der Einbau von Messstutzen gefordert. Aufgrund der Abmessungen der Heißgassonde (hochtemperaturunempfindliches Messmikrofon) und des notwendigen Windballs (Gewirk aus Stahldraht) zur



Bild 4. Messstutzen, Messung mit Heißgassonde.

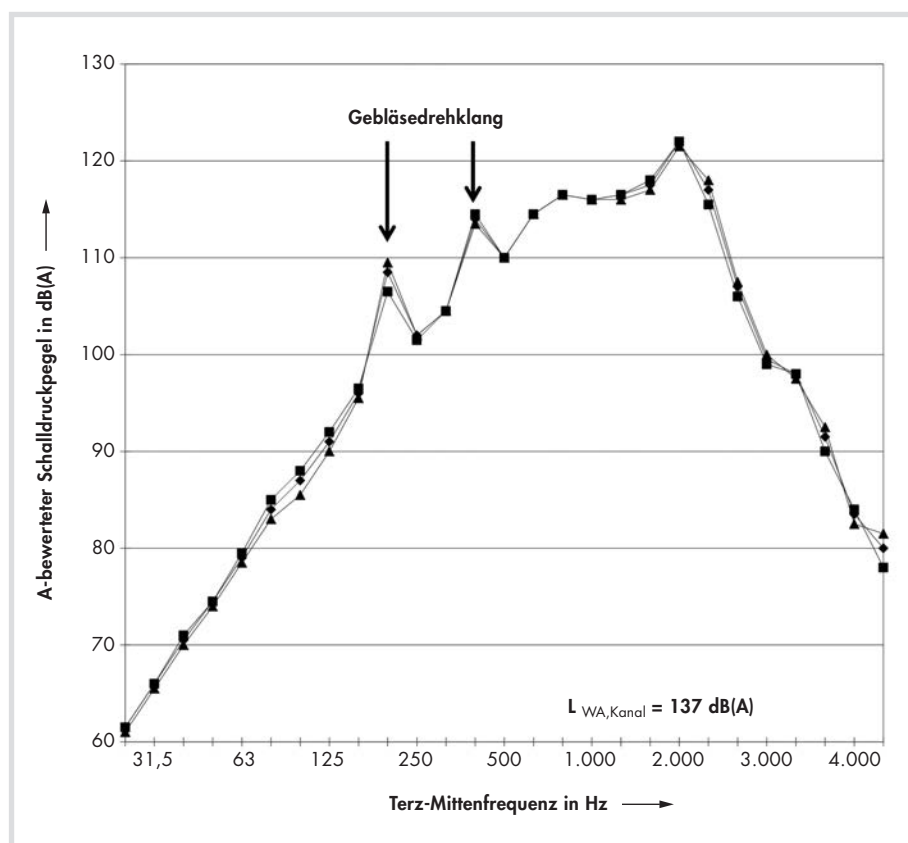


Bild 5. Schalldruckpegel im Rauchgaskanal – Saugseite vor Schalldämpfer.

Vermeidung von Strömungsgeräuschen wurden Rundlöcher mit einem Durchmesser von ca. 80 mm jeweils vor und nach den Schalldämpfern in den Rauchgaskanal eingebracht. In Bild 4 sind eine ausgeführte Öffnung und der Messstutzen dargestellt. Die Messstutzen können dann sowohl bei späteren Abnahmemessungen zur Prüfung der Vorgaben des Genehmigungsbescheides als auch zur turnusmäßigen Prüfung der Dämpfungswirkung der Schalldämpfer, herangezogen werden.

Die Messungen zur Prüfung der Einhaltung der Garantieanforderungen wurden im April 2016 durchgeführt. Die abschließende Dokumentation lag zum Redaktionsschluss noch nicht vor. Bild 5 zeigt beispielhaft das ermittelte Schallspektrum vor dem Schalldämpfer im Kanal. Deutlich sind die Einzeltöne (Drehklang und 1. Harmonische des Saugzugventilators) in der 200-Hz-Terz bzw. 400-Hz-Terz zu erkennen.

### Bekohlung

Bei der Brennstoffversorgung der Anlage entstehen Geräuschemissionen durch Antransport, Lagerung und Aufbereitung der Kohle. Die Steinkohle wird per Schiff angeliefert und mittels zweier Kräne, die am Ufer an der Süderelbe errichtet wurden, entladen. Über das Kaiband mit angeschlossener Eisenaushaltung und dem anschließenden Einlagerungspipes wird die Kohle in eines der beiden Kohlekreislager (je 160.000 t) verbracht. Über Kratzer wird

die Kohle auf das Auslagerungspipe transportiert und über die Bekohlungspipe dem Zwischenbau zugeführt. Die Kohlepipen (Einlagerung, Auslagerung, Bekohlung)

sind als eine maßgebende Geräuschquelle zu bezeichnen. Da für derartige Förderanlagen mit vergleichsweise hohen Bandgeschwindigkeiten bisher keine detaillierten schalltechnischen Daten vorlagen, musste hier zunächst mit Herstellerangaben/Planungswerten gearbeitet werden, die im Laufe der Detailplanung konkretisiert werden konnten. Erste Messungen an den Kohlepipen im Jahr 2012 haben hohe Schallemissionen gezeigt, die z.T. um mehr als 15 dB über den Planungswerten lagen. Der vertraglich vereinbarte Nachtbetrieb war damit nicht darstellbar. In enger Zusammenarbeit mit dem Lieferanten wurden Lösungsmöglichkeiten gefunden, die schlussendlich zu einem Ersatz des Großteils der Rollen führten. Vor allem durch die Verwendung von größeren Rollen mit niedrigeren Umdrehungszahlen und engeren Fertigungstoleranzen konnte die Schallemission deutlich reduziert werden. Die Grafik in Bild 6 zeigt die Messergebnisse vor und nach dem Rollentausch am Beispiel des Auslagerungspipes.

### Hybridkühlturm

Wie bereits eingangs erwähnt, wurde im Genehmigungsverfahren zunächst auf die reine Durchlaufkühlung mit Elbwasser abgestellt. Erst zu einem späteren Zeitpunkt begannen die Planungen für einen Hybridkühlturm. Bei derartigen Kühltürmen ist die Geräuschemission der Ventilatoren und deren Antrieb (Motor und Getriebe) neben dem Wassergeräusch dominierend.

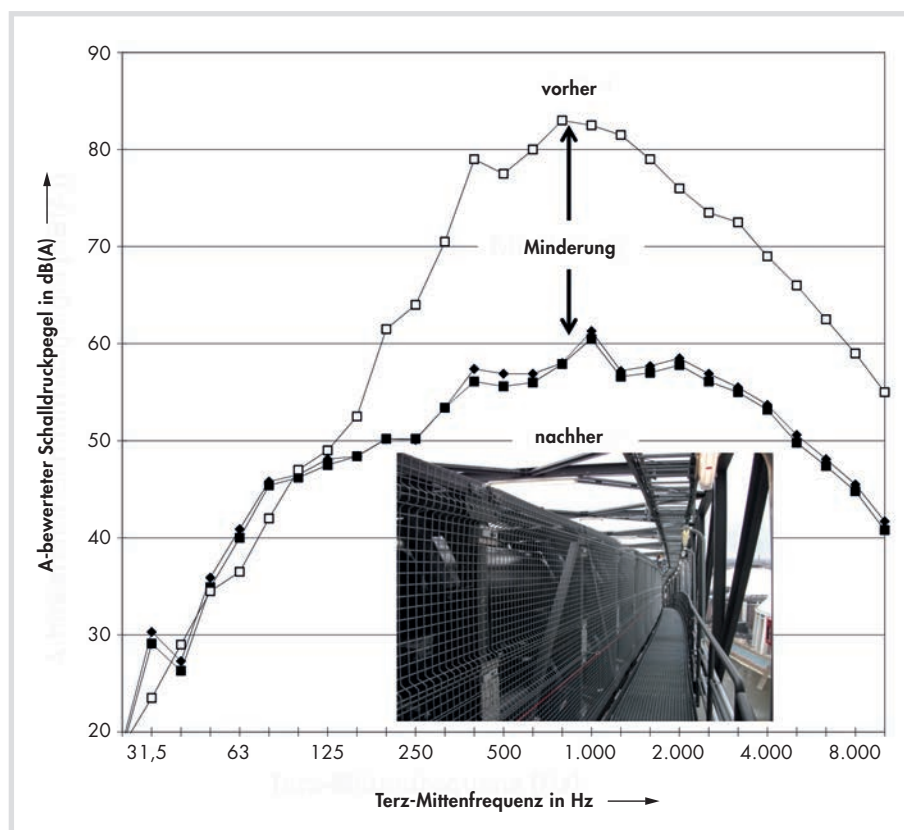


Bild 6. Schallemission (Schalldruckpegel in einem definierten Abstand) Auslagerungspipe, vor/nach Rollentausch.

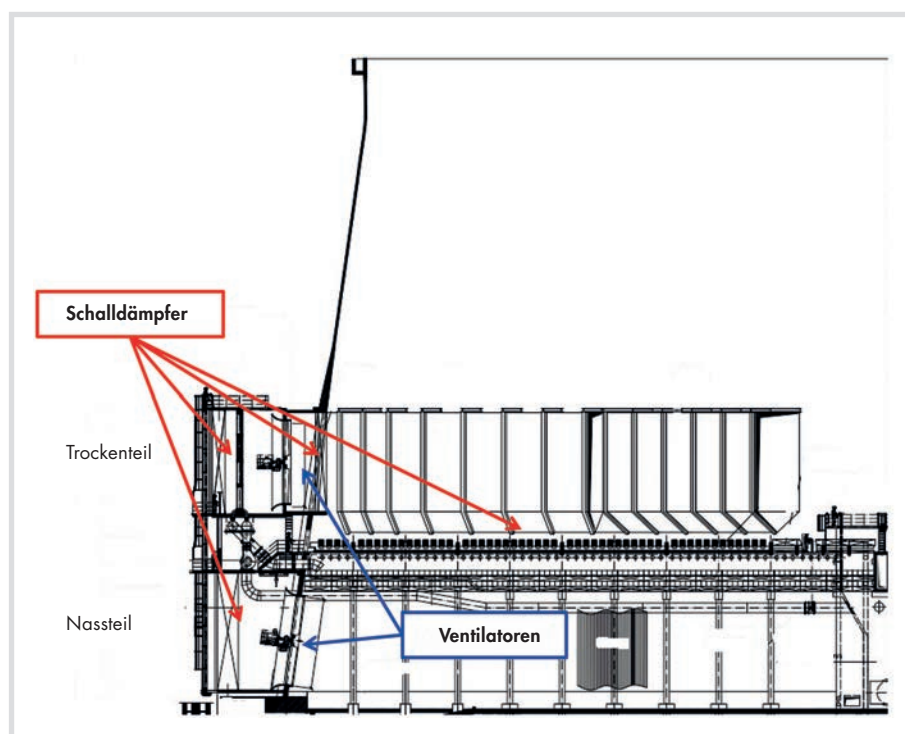


Bild 7. Schnitt durch den Hybridkühlturm.

Das Ventilatorgeräusch ist im Vergleich zum Wassergeräusch tieffrequenter und kann daher u.U. auch am Immissionsort auftreten. Gerade weil im Genehmigungsbescheid explizit die Vorgabe gemacht wurde, dass tieffrequente Geräuschimmissionen nicht zulässig sind, wurde bei der Ausarbeitung der akustischen Garantievorgaben ein Schwerpunkt darauf gelegt. Analog zur Erarbeitung der Garantieanforderung für den Saugzug wurde auch hier eine maximal zulässige frequenzbewertete Schallemission vorgegeben.

Ein weiterer Aspekt bei Kühltürmen ist deren Richtcharakteristik bei der Schallausbreitung (vgl. hierzu auch [7]). Im vorliegenden Fall wurde von IBAS ein detailliertes Ausbreitungsmodell erarbeitet, das alle abschirmenden Hindernisse auf dem Ausbreitungsweg und die Richtcharakteristik der Schallabstrahlung berücksichtigt. Bild 7 zeigt einen Schnitt durch den Kühlturm. Die wasserführende Ebene zwischen den beiden Ventilatorebenen trennt den Nassteil (unten) vom Trockenteil (oben). Schalldämpferkulissen befinden sich jeweils im Bereich der Luftansaugung (Nass- und Trockenteil), nach den Ventilatoren des Trockenteils und in der Wasserverteilebene zur Minderung der Geräusche, die über die Ventilatoren des Nassteils über die Kühlturmmündung abgestrahlt werden.

Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt die Schallanforderung, die in die Bestellung aufgenommen wurde. Die Planungswerte der Schallemission ( $L_{WA1}$ ,  $L_{WA2}$ ) sowie die erwartete Dämpfung der Schalldämpfer ( $D_e$ ) mussten vom Anbieter/Lieferant angegeben werden. Die Summe der Schall-

pegelabnahme ( $\sum D_1, D_2$ ) wurde von IBAS vorgegeben.

Erste orientierende Messungen zur Bestimmung der Schallemission nach Inbetriebnahme des Hybridkühlturms wurden bereits durchgeführt. Es zeigt sich i.W. eine Einhaltung der Vorgaben, Abweichungen im tieffrequenten Bereich werden derzeit noch geprüft.

### Errichtungsphase

Im Genehmigungsbescheid wurden auch Auflagen zum Baulärm mit Bezug auf die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum

Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) formuliert.

Baubegleitend erfolgten deshalb Schallimmissionsmessungen am Immissionsort und an geeigneten Ersatzmesspunkten, z. B. um die zur Baugrundabsicherung notwendigen Spundwand-Rammarbeiten zu dokumentieren.

Im Ergebnis zeigte sich stets die Einhaltung der o.g. Vorgaben, wobei überwiegend keine geräuschintensiven Arbeiten in der Nachtzeit durchgeführt wurden. In Ausnahmefällen (z.B. Gleitschalarbeiten bei den Treppentürmen der Kesselhäuser) wurde im Vorfeld eine schalltechnische Prognose erarbeitet und während der Arbeiten die Geräuschimmission beweisgesichert.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der baubegleitenden Überwachung war die Ermittlung möglicher Erschütterungseinwirkungen an maßgebenden Bauwerken (Hochspannungsmast, Gasturbinen-Kraftwerk, Kattwyk-Brücke, Raffinerie, denkmalgeschützte Kirche in Moorburg, etc.). Die Dokumentation hierzu erfolgte im Wesentlichen über die komplette relevante Bauzeit, somit z.T. über mehrere Jahre. Bei Überschreitungen vorgegebener Schwingungsgrenzwerte wurden die Bauarbeiten eingestellt und es wurden z.T. erschütterungsärmere Verfahren eingesetzt. Mit dieser Vorgehensweise wurde sichergestellt, dass zu keiner Zeit die Erschütterungseinwirkungen an den jeweiligen Messpunkten unzulässig hoch waren.

### Zusammenfassung

Die schalltechnische Planung eines großen Kohlekraftwerkes erfordert einerseits fundierte Kenntnisse im Bereich der Schall- und Verfahrenstechnik. Andererseits sind Erfahrungen im Bereich der Verwaltungs-

Tab. 3. Garantieanforderung Hybridkühlturm.

Frequenz in Hz	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	A
$L_{WA1}$ in dB Luft Eintrittsfläche									
$L_{WA2}$ in dB Luft Austrittsfläche									
$D_e$ in dB									
Einfügungsdämpfung einer evtl. erforderlichen Abschirmung/ Schalldämpfung vor der Luft Eintrittsfläche									
$D_e$ in dB Einfügungsdämpfung von evtl. erforderlichen Schalldämpfern für die Luft Austrittsfläche									
$\sum D_1$ in dB Luft Eintritt – IO 1 nach ISO 9613-2	66	67	67	68	68	69	72	86	
$\sum D_2$ in dB Luft Austritt – IO 1 nach ISO 9613-2	68	69	70	72	72	75	82	97	
$L_{AFeq}$ in dB einzuhaltender Teilimmissionspegel, davon: – Luft Eintrittsfläche – Luft Austrittsfläche									33,5

akustik unabdingbar, um Planungssicherheit im Hinblick auf die Genehmigungsfähigkeit im Zusammenwirken mit der Rechtsberatung zu gewährleisten.

Durch die frühzeitige Einbeziehung des Schallimmissionsschutzes (im Vorfeld, hier schon vor dem Scopingtermin) und bei der Konzeption, der Detailplanung und der Begleitung in der Bauphase, konnte die Umsetzung des schalltechnischen Gesamtkonzepts bzw. die Einhaltung der hohen Anforderungen sichergestellt werden. Entscheidend dabei war, dass sich die Festlegung der schalltechnischen Anforderungen an der technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit orientierte. Immer mit dem Blick auf das gesamte Kraftwerk wurden Maßnahmen an der Stelle gefordert, an der es sowohl technisch als auch wirtschaftlich Sinn machte.

Neben der Formulierung von Schallauflagen mussten auch Möglichkeiten geschaffen werden, diese messtechnisch zu prüfen. Als Beispiel wird an dieser Stelle auf Messstutzen im Bereich der Rauchgaska-

näle verwiesen, die auch die Möglichkeit bieten, die akustische Wirksamkeit der Schalldämpfer ohne größeren Aufwand turnusmäßig zu prüfen. Aus der Erfahrung heraus hat sich gezeigt, dass eine präzise Beschreibung der messtechnischen Nachweisprüfung (Verweis auf Normen und Richtlinien, Angabe von Genauigkeiten, Festlegung des Messverfahrens) und die Dokumentation dazu wenig Spielraum für nachträgliche Diskussionen liefern, die Randbedingungen für alle Beteiligten somit schon frühzeitig festgeschrieben sind.

Schlussendlich wird die Abnahmemessung nach TA Lärm gemäß den Vorgaben des Bescheides zeigen, ob die Anforderungen zum Schallimmissionsschutz eingehalten werden. Diese Messungen werden von einem an der Planung unbeteiligten Messinstitut durchgeführt, so wie es die Bekanntgabebedingungen für Geräuschmessstellen vorschreiben. Erste orientierende Messungen, die während der Inbetriebnahme erfolgten, lassen eine Einhaltung der Schallauflagen erwarten.

## Literatur

- [1] Notwendiges Zusammenspiel: Regenerative und fossile Kraftwerke für die Energiewende, [www.dena.de](http://www.dena.de), Stand 02.05.2016.
- [2] Zuverlässige Energie für Hamburg, das Neue Kraftwerk Moorburg, Broschüre der Vattenfall GmbH, Stand Mai 2013.
- [3] Kraftwerk Moorburg offiziell eingeweiht, [www.corporate.vattenfall.de](http://www.corporate.vattenfall.de), Pressemitteilung vom 19.11.2015.
- [4] Sechste AVwV vom 26.08.1998 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm, GMBI. Nr. 26).
- [5] Neubau Kraftwerk Moorburg, Umweltklärung 2013 – 2014; [https://corporate.vattenfall.de/globalassets/deutschland/geschaeftsfelder/erzeugung/neubauprojekte/moorburg\\_und\\_fischtreppe/umwelterklärung\\_moorburg\\_2014.pdf](https://corporate.vattenfall.de/globalassets/deutschland/geschaeftsfelder/erzeugung/neubauprojekte/moorburg_und_fischtreppe/umwelterklärung_moorburg_2014.pdf).
- [6] Lärmschutz bei Kraftwerken, Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes NRW, 1981.
- [7] Dirk Hinkelmann: Geräuschmissionen von Kühltürmen, VGB PowerTech 7 (2013).



Messstelle n. § 29b BImSchG · VMPA-Prüfstelle n. DIN 4109

Nibelungenstraße 35 · D-95444 Bayreuth  
Tel. +49 921 757430 · [info@ibas-mbh.de](mailto:info@ibas-mbh.de) · [www.ibas-mbh.de](http://www.ibas-mbh.de)

## Leistungen für das Kraftwerk Moorburg

Verantwortliche schalltechnische Gesamtplanung mit den Leistungspunkten

- Vorbelastungsuntersuchung
- Konzept- und Genehmigungsplanung
- Detailplanung für Einzel- und Hauptgewerke
- Begleitende Bauüberwachung
- Erschütterungsmessungen während der Bauphase
- Akustische Kontrolle während der Inbetriebnahme

# VGB | P O W E R T E C H

International Journal for Electricity and Heat Generation



✂ Please copy >>> fill in and return by mail or fax

Yes, I would like order a subscription of VGB PowerTech.

The current price is Euro 275.- plus postage and VAT.

Unless terminated with a notice period of one month to the end of the year, this subscription will be extended for a further year in each case.

\_\_\_\_\_  
Name, First Name

\_\_\_\_\_  
Street

\_\_\_\_\_  
Postal Code                      City                      Country

\_\_\_\_\_  
Phone/Fax

\_\_\_\_\_  
Date                      1st Signature

Cancellation: This order may be cancelled within 14 days. A notice must be sent to VGB PowerTech Service GmbH within this period. The deadline will be observed by due mailing. I agree to the terms with my 2nd signature.

\_\_\_\_\_  
Date                      2nd Signature

Return by fax to

VGB PowerTech Service GmbH  
Fax No. +49 201 8128-302

or access our on-line shop at [www.vgb.org](http://www.vgb.org) | MEDIA | SHOP.



**VGB PowerTech DVD 1990 bis 2015:  
26 Jahrgänge geballtes Wissen rund um  
die Strom- und Wärmeerzeugung  
Mehr als 26.000 Seiten  
Daten, Fakten und Kompetenz**

**Bestellen Sie unter [www.vgb.org](http://www.vgb.org) > shop**



**Jetzt auch als  
Jahres-CD 2015  
mit allen Ausgaben  
der VGB PowerTech  
des Jahres: ab 98,- €**

© Sergey Nivens - Fotolia



**PowerTech-CD/DVD!**

Kontakt: Gregor Scharpey  
Tel: +49 201 8128-200  
[mark@vgb.org](mailto:mark@vgb.org) | [www.vgb.org](http://www.vgb.org)

**Ausgabe 2015: Mehr als 1.100 Seiten Daten, Fakten und Kompetenz  
aus der internationalen Fachzeitschrift VGB PowerTech**

**(einschließlich Recherchefunktion über alle Dokumente)**

98,- Euro (für Abonnenten der Printausgabe), 198,- Euro (ohne Abonnement), incl. 19 % MWSt. + 5,90 Euro Versand (Deutschland) / 19,90 Euro (Europa)