



# Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT

## **Antwort auf die Stellungnahme von Dr. Tomberger**

Dipl.-Ing. Daniel Beer  
Dr.-Ing. Sandra Brix  
Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Brandenburg  
Dr.-Ing. Thomas Sporer

Fraunhofer IDMT  
Ernst-Abbe-Zentrum  
Ehrenbergstraße 29  
98693 Ilmenau, Deutschland

23. November 2005

---

Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Brandenburg,  
Fraunhofer IDMT

### **Zu (1): Ermittlung der Ist-Situation**

Im Schalltechnischen Gutachten der Fachabteilung 17c der Steiermärkischen Landesregierung vom 06.08.2004 werden zur Bestimmung des Ist-Zustandes nur die von Dr. Tomberger durchgeführten Messungen der UVE berücksichtigt. (siehe Schalltechnisches Gutachten, 2.3.3 Durchführung der Messungen).

Die Schallmessungen, die die Gemeinde Empersdorf am 04.06.2004 bei der Fachabteilung 17c beantragt hat, wurden im Zeitraum 29.06.2004 bis 01.04.2005 durchgeführt. (Messbericht, Fachabteilung 17c)

Aufgrund der zeitlich späteren Fertigstellung gingen die daraus resultierenden Messergebnisse weder in das Schalltechnische Gutachten noch in die UVE ein.

Ob diese zusätzlichen Messungen der Fachabteilung 17c die Messungen Dr. Tombergers bestätigen, kann den Unterlagen nicht entnommen werden, da zum einen die Zuordnung der Messpunkte Dr. Tombergers zu denen der Fachabteilung nicht möglich ist, und zum anderen die Messergebnisse der Fachabteilung pro Messpunkt stark variieren.

### **Zu (2): Bauphase**

Wie Dr. Tomberger richtig anmerkt, geht die Schallbelastung für die betrachteten Nahobjekte aus dem Immissionsplan der UVE für eine Höhe von 5m über dem Erdboden hervor. (Beilage 4, Immissionspläne Bauphase)

Bei der Simulation der Schall-Immission für die Arbeiten an den Umspannwerken sind Kritikpunkte anzuführen.

Es werden zwei Baumaschinen mit 100% Auslastung und einem Schalleistungspegel von 108dB(A) angenommen. In der Simulation wird davon ausgegangen, dass sich diese immer im Zentrum der Baustelle befinden. Da die Baustelle eine großflächige Ausdehnung hat und dementsprechend anzunehmen ist, dass die Baufahrzeuge sich nicht immer im Zentrum befinden, ist hier auch die besonders ungünstige Konstellation – nämlich wenn sich beide Baufahrzeuge am Baustellenrand befinden – zu berücksichtigen. Dadurch würden sich gegebenenfalls geringere Abstände zu den betrachteten Nahobjekten ergeben, als dies in der Simulation der Fall war. Der Störschalldruckpegel würde sich vergrößern.

An dieser Stelle soll auch darauf hingewiesen werden, dass zwar für die Erstellung von Lärmkarten eine Simulationshöhe von 5m gesetzlich vorgegeben ist – sofern kein anderer Wert vereinbart wurde – aber für die endgültige Beurteilung der zu erwartenden Immissions-Situation während der Bauphase der Bezug zwischen den simulierten Pegelwerten in 5m Höhe und den daraus resultierenden Pegelwerten für die praktisch relevanten Höhen hätte hergestellt werden müssen. Praktisch relevant sind z.B. die Ohrhöhe des Menschen im Freien mit ca. 1.6m und die betreffende Höhe des am stärksten vom Lärm betroffenen Fensters.

Für eine endgültige Bewertung der zu erwartenden Immissions-Situation fehlt diese Betrachtung gänzlich in der UVE.

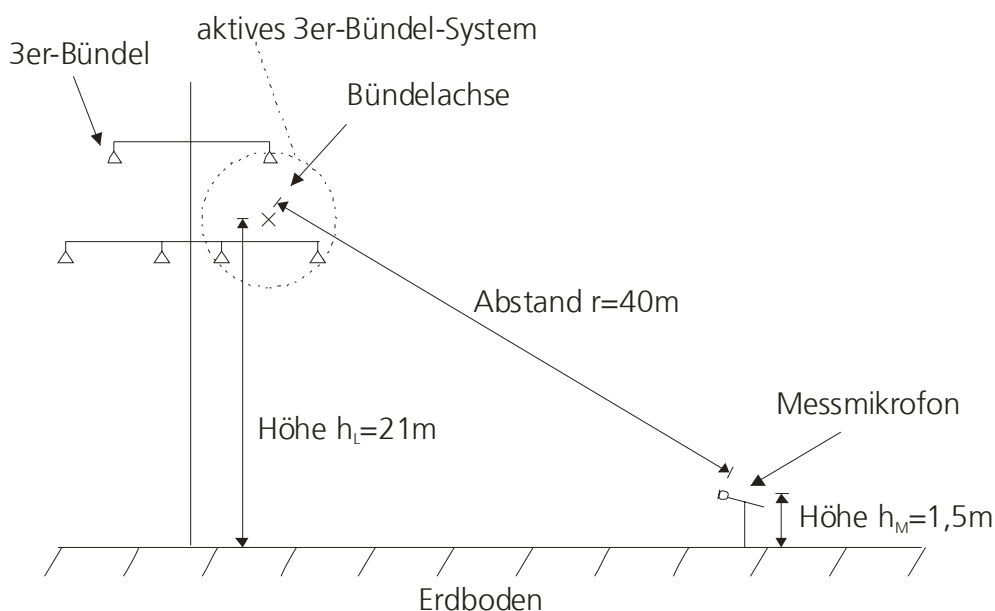
### **Zu (3) Schallemissionsmessung**

Die Durchführung der Messungen und die Beschreibung der Messszenarien sind aus wissenschaftlicher Sicht als nicht einwandfrei anzusehen. So werden bezüglich der Do-

kumentation des jeweiligen Messszenarios in der Literatur<sup>1</sup> klare Vorgaben gemacht, damit der betrachtete Sachverhalt auch durch andere Gutachter nachvollziehbar ist.

Die verbale Beschreibung der Messszenarios in der UVE ist aufgrund fehlender Angaben und aufgrund fachlich falsch verwendeter Begriffe nicht ausreichend. Dies hätte Dr. Tomberger in seiner Stellungnahme verbessern können, was ihm aber nur eingeschränkt gelang.

Ein Beispiel für eine aussagekräftige Dokumentation in Verbindung mit einer fachlich korrekten verbalen Beschreibung zeigt die *Abb. 1*, in der das vom Fraunhofer IDMT rekonstruierte Messszenario der Messung in der Nacht vom 22. zum 23.02.2004 dargestellt ist.



*Abb. 1* angenommenes Messszenario für die Messung von Dr. Tomberger am 23.02.2004

Neben der mangelhaften Darstellung des Messszenarios sind die Messungen des Koronageräuschpegels und die daraus gezogenen Schlüsse zu kritisieren.

Aufgrund der schwierigen Messsituation hätten die Messungen wesentlich genauer mit Hilfe einer Intensitätssonde durchgeführt werden können, da so eine Trennung der Schallanteile je nach Einfallsrichtung möglich gewesen wäre.

Bei der Bestimmung des Koronageräuschpegels anhand von Schalldruck-Messungen ist diese Trennung nicht möglich. Deshalb konnte der schwerwiegende Kompromiss, den Koronageräuschpegel mit dem Grundgeräuschpegel des Messpunktes gleichzusetzen, nicht umgangen werden.

Welche Folgen dieser Kompromiss mit sich bringt wird dadurch deutlich, dass aufgrund des teilweise stark variierenden Grundgeräuschpegels der Messpunkte, der von Dr.

<sup>1</sup> Vgl. Lechner, C.: Qualitätsmanagementhandbuch für schalltechnische Messungen und Berechnungen, 2. Auflage, Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency – Austria), Wien 2001

Tomberger geschlussfolgerte Schalldruckpegels des Koronageräusches von 24dB(A) in 40m Entfernung nur einmal, nämlich in der Nacht vom 22.02.2004 zum 23.02.2004 am Messpunkt MPe2 gemessen werden konnte.

Sowohl die positionsgleiche Messung Dr. Tombergers in der Nacht von 09.03.2004 zum 10.03.2004, als auch die Messungen der Fachabteilung 17c am 11.11.2003 erbrachten bezogen auf die gleich Entfernung bis zu 11dB(A) höhere Schalldruckpegelwerte.

Aus Beilage 7 ist abzulesen, dass der Schalldruckpegel in der Nacht vom 09. zum 10.03.2004 zwischen 32dB(A) und 35dB(A) lag, also etwa 8dB(A) bis 11dB(A) größer war.

Die Messungen der Fachabteilung 17c am 11.11.2003 ergaben für eine Entfernung zwischen der Bündelachse und dem Messmikrofon von 10m einen mittleren Schalldruckpegel von 41dB(A) (Beilage 6). Bezogen auf einen Abstand von 40m und unter Berücksichtigung der störfreien, verlustlosen zylinderförmigen Schallausbreitung ergibt sich aus 41dB(A) in 10m ein Schalldruckpegel von 35dB(A). Es besteht somit eine Differenz von 11dB(A).

Die Tatsache, dass die Messung des Grundgeräuschpegels für den Messpunkt MPe2 in der Nacht vom 22.02.2004 zum 23.02.2004 einen äußerst geringen Schalldruckpegel von 24dB(A) ergab, veranlasst Dr. Tomberger zu schlussfolgern, dass bei einem vorhandenen Koronageräusch dieses auch nicht lauter als 24dB(A) sein kann, egal welche Witterungsbedingung vorliegen.

Da aber Koronaentladungen und damit auch der freigesetzte Schalldruckpegel von Koronageräuschen von äußeren Einflüssen wie der Witterung stark abhängig sind, ist diese Annahme nicht gültig.

Infolge dessen sind für die Bestimmung des Schalleistungspegels der Freileitung auch die Messergebnisse der positionsgleichen Messung Dr. Tombergers in der Nacht vom 09. zum 10.03.2004 und die Messungen der Fachabteilung 17c am 11.11.2003 zu beachten. Ein nicht reproduzierbarer Messwert ist – fachlich gesehen – ungültig.

Bezüglich des Messprotokolls vom 11.11.2003 (Beilage 6) ist fachlich nicht nachvollziehbar, warum das Koronageräusch des 2er-Bündel-Systems, mit 39.6dB(A) in 6m Abstand hörbar und das des 3er-Bündel-Systems in 10m Abstand mit einem Schalldruckpegel von 41dB(A) nicht hörbar sein soll.

Dieser Widerspruch hätte sowohl der Fachabteilung 17c als auch Dr. Tomberger auffallen müssen.

Bezüglich der unterschiedlichen Einheiten im Zeitschrieb (dB) und den späteren Berechnungen von Dr. Tomberger (dB(A)) wird von Fraunhofer IDMT angenommen, dass es sich um eine ungenaue Darstellung handelt, da die gemessenen 24dB direkt als 24dB(A) übernommen werden und die zutreffenden Messvorschriften eine A-Bewertung vorgeben. Die Einheiten dB und dB(A) unterscheiden sich darin, dass bei der Anwendung der Einheit dB(A) eine zusätzliche Gewichtung im Frequenzbereich vorgenommen wird. Deshalb sind Pegelwerte in dB und dB(A) nicht gleich groß. Hier hätte eine genaue Darstellung der Messgerätekette mehr Aufschluss geben können.

Bezüglich der nicht fachgerechten Verwendung der Begriffe 3er-Bündel und 3er-Bündel-System ist anzumerken, dass eventuelle örtliche Sprachgewohnheiten keine Legitimie-

rung für die Verwendung falscher Fachbegriffe in einem Fachgutachten darstellen. In der Fachliteratur gibt es klare Definitionen zum Begriff „3er-Bündel“ und „3er-Bündel-System“, um eine verwechslungsfreie Kommunikation zu ermöglichen. Darüber hinaus verwenden selbst populärwissenschaftliche Quellen wie das Internetlexikon „Wikipedia“ den Begriff 2er- und 3er-Bündel fachlich richtig.

Im Hinblick auf die in der UVE nicht dargestellten Spektren der Terzbandanalyse ist festzuhalten, dass auch wenn keine Korona-typischen Frequenzanteile im Spektrum vorhanden sind, ein solches Spektrum als Beweismittel anzugeben ist. Ansonsten ist das Ergebnis von keinem anderen Sachbearbeiter nachvollzieh- bzw. überprüfbar.

#### **Zu (4) längenbezogener Schalleistungspegel und Simulation**

Im vorliegenden Fall ist zur Bestimmung des längenbezogenen Schalleistungspegels die DIN ISO 9613-2<sup>2</sup> anzuwenden. Demnach gelten folgende mathematischen Zusammenhänge, wobei auch die Schallausbreitung beeinflussenden Faktoren berücksichtigt werden:

$$L_p = L_w + D_c - A$$

$L_p$  ist der am Aufpunkt auftretende äquivalente Oktavband-Dauerschalldruckpegel in dB.

$L_w$  kennzeichnet den Oktavband-Schalleistungspegel bezogen auf 1pW dB.

$D_c$  dient der Berücksichtigung einer evtl. gerichteten Schallabstrahlung in dB.

$A$  ist der Dämpfungsterm, der sich aus folgenden Teildämpfungen zusammensetzt:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

Hierbei wird durch:

$A_{div}$  die Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung,

$A_{atm}$  die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption,

$A_{gr}$  die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts,

$A_{bar}$  die Dämpfung aufgrund von Abschirmung,

$A_{misc}$  die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte berücksichtigt.

Anhand einer genauen Dokumentation der Messszenarien können die einzelnen Parameter berechnet werden. Bezüglich der Dämpfung des Bodens, die in  $A_{gr}$  durch den Bodenfaktor  $G$  berücksichtigt wird, ist Dr. Tomberger von einem schallharten Boden (100% reflektierend) ausgegangen, weshalb  $G=0$  gesetzt ist. Ob die Messumgebung zu der Annahme eines schallharten Bodens berechtigt, kann vom Fraunhofer IDMT nicht bestimmt werden. Es muss geklärt werden, ob die reflektierende Fläche überall die gleichen Reflexionseigenschaften gehabt hat und wie eine Schicht von 5cm verharschtem Schnee einzuordnen ist. Dass Schnee als hartreflektierend eingeordnet wird ist untypisch. In der Regel besitzt Schnee je nach Menge einen geringen Reflexionskoeffizienten – stellt also einen guten Schallabsorber dar. Ob verharschter Schnee, wie

---

<sup>2</sup> Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN ISO 9613-2: 1999-10: Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1999

er zum Zeitpunkt der Messung lag, derart gegenteilige Eigenschaften haben kann, ist deshalb zu klären.

Ausgehend von den von Dr. Tomberger angenommenen Reflexionseigenschaften wurden die Simulationen und Berechnungen zur Erstellung der Lärmkarte anhand des aus 24dB(A)/40m abgeleiteten Schalleistungspegel von 48dB(A) gemacht. Da aber die oben unter Punkt 3 genannten Mängel bei der Bestimmung des Schalldruckpegels des Koronageräusches auftraten, muss konsequenterweise eine zweite Lärmkarte auf Basis des 11dB(A) größeren Schalldruckpegels von etwa 35dB(A)/40m und dem sich daraus ergebenden Schalleistungspegel gemacht werden.

Folgedessen sind die Schalldruckpegelwerte in der Lärmkarte für die Höhe von 5m über dem Erdboden um 11dB(A) größer. (siehe Ergänzung)

Ausgehend von der Annahme, dass der Schalldruckpegel in 40m Entfernung von der Bündelachse um 11dB(A) größer ist, ergibt sich aufgrund der Berechnungsgrundlage von Dr. Tomberger auch ein um 11dB(A) höherer Schalleistungspegel von ca. 59dB(A) für die geplante Steiermarkleitung. Daraus wiederum resultiert für die einzelnen Nahobjekte ein Immissionschalldruckpegel, der in 5m Höhe 11dB(A) größer ist, als der von Dr. Tomberger simulierte Schalldruckpegel. So wäre z.B. für das Nahobjekt am Punkt 16 ein Immissionschalldruckpegel in 5m Höhe bezüglich des Koronageräusches von 31dB(A) statt der bisherigen 20dB(A) zu verzeichnen.

Ein weiterer Kernpunkt der Kritik an der UVE ist, dass Dr. Tomberger zur Beurteilung der zu erwartenden Corona-Geräuschimmission allein von der in 5m Höhe gültigen Schalldruckpegelverteilung ausgeht. Zwar sehen die gesetzlichen Bestimmungen für die Erstellung einer Lärmkarte eine Simulationshöhe von 5m vor – wenn nichts anderes vereinbart wurde – trotzdem sind für die endgültige Beurteilung der Situation die relevanten Höhen, wie etwa die Ohrhöhe des Menschen im Freien von ca. 1.6m und die Höhe der am stärksten betroffenen Fenster der betrachteten Nahobjekte einzubeziehen.

Dies ist umso mehr nötig, als dass Dr. Tomberger die Hörbarkeit des Koronageräusches im Freien nicht ausschließen kann, und er für die Berechnung des längenbezogenen Schalleistungspegels die pegelerhöhenden Bodenreflexionen berücksichtigt hat. Der infolge einer Bodenreflexion um maximal 3dB (A) ansteigende Schalldruckpegel, kann durch zusätzlich eintreffende Reflexionen von reflektierenden Flächen, wie z.B. Hauswänden, um weitere 3dB(A) ansteigen.

Werden zusätzlich für die praxisrelevante Ohrhöhe von 1.6m noch die Bodenreflexionen gemäß Dr. Tombergers Betrachtungsweise berücksichtigt, so könnte je nach Bodenbeschaffenheit und betrachtetem Frequenzbereich eine weitere Pegelerhöhung von ca. 3dB(A) hinzukommen. Dadurch läge der Immissionschalldruckpegel für Punkt 16 bei maximal 34dB(A) und somit 14dB(A) höher als von Dr. Tomberger ausgewiesen. Im ungünstigsten Fall könnte zu den Bodenreflexionen auch noch der Einfluss einer reflektierenden Hauswand hinzukommen. Hierdurch würde eine weitere Pegelerhöhung je nach Reflexionssituation von ca. 3dB(A) erfolgen.

Im schlimmsten Fall liegt demnach der zu erwartende Schalldruckpegel am Punkt 16 für eine Höhe von 1.6m über dem Boden bei maximal 37dB(A).

Zu beurteilen ist darüber hinaus, ob im vorliegenden Fall ein Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit zu berücksichtigen ist. Bei der Erstellung einer Lärmkarte nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie<sup>3</sup>, wären in diesem Fall ein Zuschlag von 10 dB(A) in der Nacht und ein Zuschlag von 5 dB(A) am Tag zu berücksichtigen.

Der Immissionsrichtwert für den Punkt 16 liegt bei 35dB(A) bei Nacht und sinkt unter Berücksichtigung des Zuschlags für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit um 10dB(A) auf 25dB(A). Der Immissions-schalldruckpegel des Koronageräusches liegt demnach in der Nacht 12dB(A) über dem Immissionsrichtwert. In diesem Fall ist die Koronaleitung nicht umweltverträglich.

Zusammenfassend ist zu den Punkten (3) und (4) zu sagen, dass die Simulationen Dr. Tombergers durch die:

- gravierend unterschiedlichen Messergebnisse bezüglich des Koronageräuschpegels
- fehlende zweite Simulation auf Basis des größten gemessenen Koronageräuschpegels von 35dB(A)/40m
- fehlende Darstellung des Bezugs zwischen den simulierten Schalldruckpegeln in 5m Höhe und den Schalldruckpegeln in praktisch zu erwartenden Höhen, wobei die Bodenreflexionen zu berücksichtigen sind,  
keine geeignete Entscheidungsgrundlage bilden können.

Auch wenn Dr. Tomberger noch nachträglich den Bezug zwischen der Schalldruckpegelverteilung in 5m Höhe und den Schalldruckpegelverteilungen in praxisrelevanten Höhen herstellen kann, sind die Auswirkung einer fehlerhaften Koronageräuschmessung und des daraus berechneten Schalleistungspegels nicht behebbar.

### **Zu (5): Baustellenphase**

siehe Punkt (2)

### **Zu (6): Wahl des 3er-Bündel-Systems**

Dr. Tomberger sieht die Konfiguration der Steiermarkleitung als 3er-Bündel-System als Problem-Minderungsmaßnahme vor. Diese Vorgehensweise ist nicht akzeptabel, da die Geräuschemissionen ja genau für diese Konfiguration simuliert bzw. gemessen worden sind. Um die auftretenden Probleme zu mindern sind deshalb auf jeden Fall weitere Maßnahmen, wie z.B. die Verwendung spezieller Leiter, spezielle Schallschutzmaßnahmen bezüglich gefährdeter Nahobjekte etc., nötig.

### **Zu (7): Zusammenfassung**

Aufgrund der aufgezeigten Mängel, die in erster Linie in :

- den gravierend unterschiedlichen Messergebnissen bezüglich des Koronageräuschpegels,
- der fehlenden zweiten Simulation der Schalldruckpegelverteilung auf Basis des größten gemessenen Koronageräuschpegels von 35dB(A)/40m,

---

<sup>3</sup> Cox, P., Matas I Palou, J.: Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union, Luxemburg, 2002

– der fehlenden Darstellung des Bezuges zwischen den simulierten Schalldruckpegeln in 5m Höhe und den Schalldruckpegeln in praktisch zu erwartenden Höhen, wobei die Bodenreflexionen zu berücksichtigen sind,  
– der mangelhaften Protokollierung und Darstellung in der UVE zu sehen sind,  
ist das Ergebnis, dass die Steiermarkleitung aus schalltechnischer Sicht als umweltverträglich zu bewerten ist, fachlich nicht gerechtfertigt.

### **Zu (8): Kapitel 6.3, 6.4, 6.5**

Wie in den vorhergehenden Punkten ausführlich dargelegt wurde, ist die Darstellung der Messszenarien und der angenommenen Rahmenbedingungen, auf denen die ungenügend beschriebenen mathematischen Zusammenhänge aufbauen, unzureichend und fehlerbehaftet.

Auch bei einer UVE ist in erster Linie auf eine korrekte, nachvollziehbare Darstellung zu achten. Da in der Darstellung zu Gunsten der besseren Verständlichkeit die komplexen Zusammenhänge stark vereinfacht wurden, ist das Nachvollziehen einiger Zusammenhänge leider nicht mehr möglich.

### **Zu Beilage 6, Schalltechnische Erhebung- Messbericht der Stmk. Landesregierung**

Die von Dr. Tomberger herangezogenen Messergebnisse zur Bestimmung des Koronaeräuschpegels der Fachabteilung 17c am 11.11.2003 (Beilage 6) unterscheiden sich wesentlich von den seinigen. Deshalb kann nicht von einer sehr guten Übereinstimmung und Bestätigung der verwendeten Parameter gesprochen werden. Vielmehr werden dadurch die aufgeführten fachlich relevanten Mängel hervorgehoben.