

neu 26 07 00

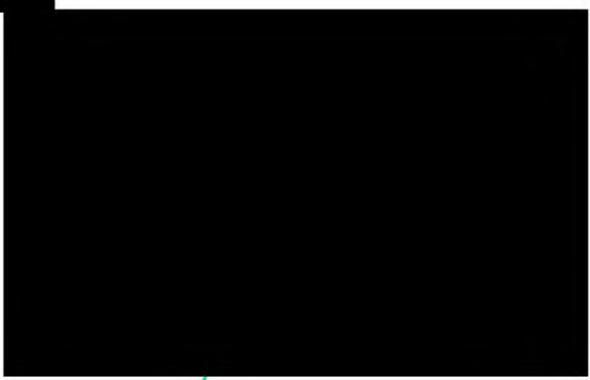
Dr.-Ing. Christian Faber

**Am alten Sportplatz 19
52 511 Geilenkirchen
Tel.: 02451 / 68 480**

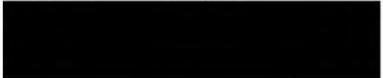
**Siehe besondere
Auflagen**

**Vorausberechnung der Geräuschemissionen
für die
Errichtung von 2 Windkraftanlagen in der Nähe der
Ortschaft Hallschlag,
Verbandsgemeinde Obere Kyll,
Kreis Daun**

Auftraggeber:



Geilenkirchen, 18. 1. 2000



Dr.-Ing. Christian Faber

1 Situationsbeschreibung und Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Errichtung von 2 Windkraftanlagen der Firma NEG Micon, Typ NM 1000/60 mit einer Nennleistung von 1000 kW und einer Nabenhöhe von 70 Metern in der Nähe der Ortschaft Hallschlag, Verbandsgemeinde Obere Kyll. Im näheren Bereich der beiden geplanten Standorte sind bereits 7 Anlagen der Firma ENERCON, Typ E40 (Nennleistung 500 kW) sowie 2 Anlagen des Typs DeWind46 (Nennleistung 600 kW) in Betrieb. In der Nachbargemeinde Scheid ist 1 Anlage der Firma NEG Micon, Typ NM 1500/64 (Nennleistung 1500 kW), 1 Anlage Typ DeWind62 (1000 kW) und eine Anlage DeWind48 (600 kW) in Betrieb. Dem Auftraggeber liegt außerdem die Baugenehmigung für 6 Windkraftanlagen, Typ DeWind62, in Scheid und für 4 Windkraftanlagen, Typ DeWind62, in Hallschlag vor, die in Kürze errichtet werden sollen.

In einem vorausgegangenen Gutachten vom 29. 9. 99 wurden bereits für nahe gelegene Betriebs- und Wohngebäude in der Ortsgemeinde Hallschlag und Kehr die durch den Betrieb der bereits installierten und genehmigten Windkraftanlagen zu erwartenden Geräuschimmissionen prognostiziert und beurteilt. Dabei wurde für alle Anlagen als immissionsrelevanter Schallleistungspegel gemäß der Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ [4c] und der Technischen Richtlinie der FGW [4d] der Schallleistungspegel für den Nennleistungsbetrieb der Windkraftanlagen angenommen.

| Immissionspunkt | Schallimmissionspegel [dB(A)] | Immissionsrichtwert [dB(A)] |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| G | 42 | 45 |
| H | 41 | 45 |
| I | 41 | 45 |
| J | 41 | 45 |
| K | 44 | 45 |
| L | 47 | 45 |
| M | 41 | 45 |
| N | 37 | 45 |
| O | 37 | 45 |
| P | 40 | 45 |

Tabelle 1: Immissionspegel in [dB(A)] an den betrachteten Immissionspunkten (siehe Lageplan im Anhang) durch die bereits installierten und die genehmigten Windkraftanlagen in Hallschlag und in Scheid

Da nach den früheren Richtlinien und Empfehlungen [4a], [4b] der immissionsrelevante Schallleistungspegel für den Betrieb bei einer Windgeschwindigkeit von 8 m/s in 10 m Höhe,

also bei einer niedrigeren Windgeschwindigkeit, ermittelt wurde, ergibt sich für den Immissionspunkt L bereits ein höherer Schallimmissionspegel als der Immissionsrichtwert zulässt.

Nach der neuen, 1998 verabschiedeten „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm“, Absatz 3.2.1 [1], darf die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage „auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, 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 Nummer 6 (der TA-Lärm) am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.“ Die Bestimmung der Vorbelastung kann in diesem Fall sogar entfallen [1].

Im Folgenden werden daher die durch die zwei geplanten Windkraftanlagen der Firma NEG Micon, Typ NM 1000/60 an den Immissionspunkten zu erwartenden Geräuschemmissionspegel bestimmt und im Sinne der TA-Lärm beurteilt.

2 Lageplan und ausgewählte Immissionspunkte

Die Standorte der beiden vom Auftraggeber geplanten Windkraftanlagen sowie die Standorte der bereits installierten Anlagen, sowohl in Hallschlag als auch in Scheid, sind dem Lageplan in der Anlage zu entnehmen. Die festgelegten Immissionspunkte G bis P in der Ortsgemeinde Hallschlag sind ebenfalls im Lageplan angegeben.

In der TA-Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm [1]) hat der Gesetzgeber Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit der baulichen sowie der industriellen und gewerblichen Nutzung der Grundstücke und Nutzflächen festgelegt. Alle betrachteten Immissionspunkte liegen außerhalb geschlossener Ortschaften. Diese Grundstücke sind nach [2] in die Kategorie „Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete“ einzuordnen.

Die Windkraftanlagen sollen kontinuierlich über 24 Stunden täglich betrieben werden. Infolge der niedrigeren Grenzwerte für den Immissionsschutz zur Nachtzeit (22 Uhr bis 6 Uhr) wird nur dieser Zeitraum betrachtet.

In Tabelle 2 sind die Immissionsrichtwerte für die einzelnen Immissionspunkte zusammengefasst.

| Immissions-Punkt | Flächennutzung | Immissions-richtwert Tag (6 - 22 h) | Immissions-richtwert Nacht (22 - 6 h) |
|------------------|---|--|--|
| IP G bis P | Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete | 60 dB(A) | 45 dB(A) |

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für die festgelegten Immissionspunkte nach TA-Lärm [1]

3 Anlagenbeschreibung und Geräuschemission

Tabelle 3 enthält die wichtigsten technischen Daten für die geplanten Windkraftanlagen NM 1000/60.

| Anlage | Nennleistung | Rotor-Durchmesser | Nabenhöhe | Anzahl Rotorblätter | Rotor-Anordnung |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|-----------|---------------------|-----------------|
| NEG Micon NM 1000/60 | 1000 kW bei 13 m/s | 60,0 m | 70,0 m | 3 | luvseitig |

Tabelle 3: Technische Daten der geplanten Windkraftanlagen NEG Micon NM 1000/60

Zur Kennzeichnung der Geräuschemission von Maschinen wird nach DIN 45635, Teil 1 [3] der Schalleistungspegel angegeben. Der Schalleistungspegel von Windkraftanlagen wird nach einer Empfehlung der IEA [4a] und dem Entwurf DIN IEC 88/48/CDV [4b] aus einer Schallmessung unter Normbetriebsbedingungen bei einer Windgeschwindigkeit von 8 m/s in 10 m Höhe ermittelt. Nach einer Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ [4c] sollte die Planung nach der Technischen Richtlinie der FGW [4d] vorgenommen werden, in der der immissionsrelevante Schalleistungspegel für eine Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe definiert ist. Dieser Zustand kann je nach Aufstellungsort und Art der Betriebsregelung den Nennleistungsbetrieb der Windkraftanlage (13 m/s in Nabenhöhe) erreichen. Da infolge der Regelungsstrategie der Windkraftanlage auch bei höheren Windgeschwindigkeiten die Nennleistung nicht überschritten wird, entspricht der Betriebspunkt bei Nennleistung dementsprechend auch dem Betriebspunkt, bei dem der maximale Schalleistungspegel der Anlage erzeugt wird. Als immissionsrelevanter Schalleistungspegel $L_{WA,ref}$ wird demnach hier im Sinne einer Abschätzung nach oben

(„worst case“) der vom Hersteller angegebene Schalleistungspegel bei Nennleistungsbetrieb verwendet (siehe Tabelle 4).

| Anlage | Schalleistungspegel [dB(A)] | Tonhaltigkeit [dB] | Impulshaltigkeit [dB] |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| NEG Micon NM 1000/60 [5] | 100,5 | 0 | < 2 |

Tabelle 4: Vom Hersteller angegebener Schalleistungspegel bei Nennleistung $L_{WA,nenn}$ [5] für die Geräuschemissionen der geplanten Windkraftanlagen

Die wichtigsten Schallentstehungsmechanismen für die Breitband-Geräuschquellen sind in [6] zusammengefaßt:

- Rotorblatt-Kraftschwankungen infolge von Anströmungs-Turbulenzen führen zu einem mit etwa 8 dB/Oktav zu hohen Frequenzen hin abfallenden Rauschspektrum.
- Das von der turbulenten Grenzschichtströmung auf der Rotorblattoberfläche in Wechselwirkung mit der Blatt-Hinterkante verursachte Geräusch weist ein breitbandiges Maximum im Frequenzbereich von 250 Hz auf.
- Strömungs-Nachlaufwirbel, verursacht durch die endliche Hinterkantendicke bewirken ein breitbandiges Maximum im Frequenzbereich zwischen 1 und 2 kHz.

Die Aufteilung der Geräuschemission über der Frequenz ist in Bild 1 in Oktavbändern unter Berücksichtigung der A-Bewertung nach Schallmessungen in [7] dargestellt. Das Spektrum ist breitbandig mit einem Maximum bei 500 Hz.

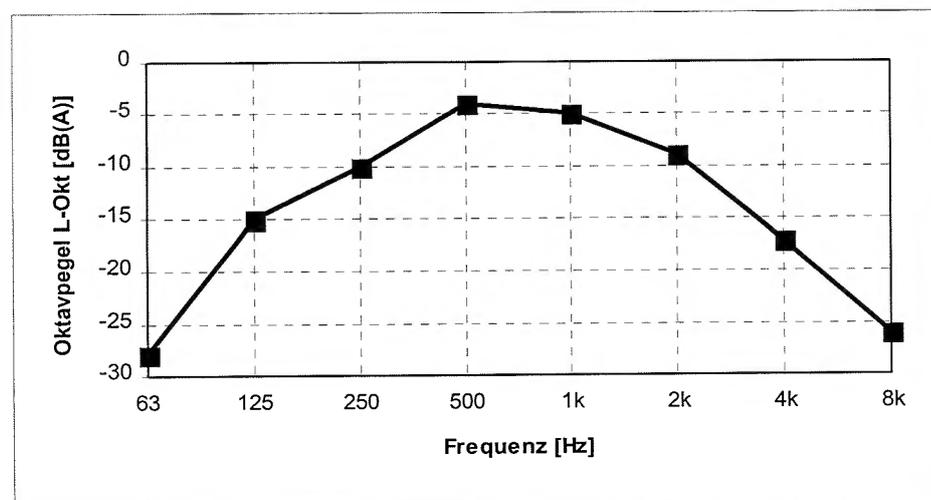


Bild 1: Normiertes Oktavpegelspektrum einer Windkraftanlage nach [7]

4 Geräuschimmission

Die Berechnung des Schalldruckpegel L_s aus dem Schalleistungspegel L_w ist in der VDI-Richtlinie „Schallausbreitung im Freien“, VDI 2714 [8], festgelegt. Dazu wird folgendes Rechenschema angewendet:

$$L_s = L_w + DI + K_0 - D_s - D_L - D_{BM} - D_D - D_G - D_e$$

Das **Richtwirkungsmaß** DI berücksichtigt die unterschiedliche Abstrahlung der Schallquelle in verschiedene Richtungen. Da für Windkraftanlagen nur der ungünstigste Fall, die Abstrahlung in Windrichtung, betrachtet wird und der Schalleistungspegel ebenfalls für die Abstrahlung in Windrichtung ermittelt wurde, gilt für das Richtwirkungsmaß $DI = 0 \text{ dB}$.

Das **Raumwinkelmaß** K_0 gibt den Einfluß von reflektierenden Flächen nahe der Schallquelle an. Nach Messergebnissen in [9] wird empfohlen, die Schallabstrahlung von Windkraftanlagen als Abstrahlung über einer voll reflektierenden Ebene zu behandeln. Nach VDI 2714, Tabelle 2 [8] ist demnach das Raumwinkelmaß mit $K_0 = +3 \text{ dB}$ anzusetzen.

Das **Abstandsmaß** D_s berücksichtigt die Abnahme des Schalldruckpegels mit der Entfernung für eine sich in alle Richtungen ungehindert ausbreitende Kugelwelle, bei der sich die Schalleistung auf einer ständig wachsenden Kugelmantelfläche mit gleicher Intensität verteilt. Die Fläche wächst quadratisch mit der Entfernung s_m , was einer Pegelabnahme von 6 dB je Abstandsverdopplung entspricht und es gilt:

$$D_s = 10 \cdot \lg \left[4\pi \cdot \frac{s_m^2}{s_0^2} \right] ; \quad s_0 = 1 \text{ m}$$

Bei der Ausbreitung von Schallwellen in freier Umgebung bewirken Dissipation und Wärmeleitung eine Dämpfung, die die transportierte Schallenergie mit dem zurückgelegten Weg exponentiell abklingen läßt. Die Ausbreitungsdämpfung ist frequenzabhängig und wird durch das **Luftabsorptionsmaß** D_L beschrieben. In [8] sind Werte für die frequenzabhängige Ausbreitungsdämpfung festgelegt.

Im **Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß** D_{BM} sind Schallpegelminderungen infolge von Interferenzen zwischen den direkt abgestrahlten und den am Boden reflektierten Schallwellen sowie durch die Schallstreuung in der Luft und Absorption am Boden enthalten. Der Einfluß der Boden- und Meteorologiedämpfung kann nach [8] mit einer Näherungsformel abgeschätzt werden.

Das **Bewuchsdämpfungsmaß** D_D , das **Bebauungsdämpfungsmaß** D_G und das **Einfügungsdämpfungsmaß durch Abschirmung** D_e enthalten Schallpegelminderungen infolge von Bewuchs, Gebäuden und/oder anderen Hindernissen zwischen Schallquelle und Emissionsort. Es wird ebenfalls $D_D = D_G = D_e = 0 \text{ dB}$ gesetzt.

Die Berechnungen wurden in den einzelnen Oktavbändern durchgeführt, wobei die spektrale Verteilung der Schalleistung gemäß Bild 1 vorgenommen wurde (siehe detaillierte Berechnungen in den Tabellen im Anhang). Für die betrachteten Immissionspunkte sind die Rechenergebnisse in Tabelle 5 angegeben.

| Immissionspunkt | Schallimmissionspegel [dB(A)] | Immissionsrichtwert [dB(A)] |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|
| G | 21 | 45 |
| H | 21 | 45 |
| I | 22 | 45 |
| J | 28 | 45 |
| K | 27 | 45 |
| L | 28 | 45 |
| M | 24 | 45 |
| N | 22 | 45 |
| O | 22 | 45 |
| P | 21 | 45 |

Tabelle 5: Zu erwartende Immissionspegel in [dB(A)] für die beiden geplanten Windkraftanlagen NM 1000/60

Wie die Ergebnisse zeigen, unterschreiten die durch die Zusatzbelastung verursachten Immissionspegel den Immissionsrichtwert um weit mehr als 6 dB, wie nach TA-Lärm 3.2.1 [1] gefordert. Die Differenz beträgt in allen Punkten mehr als 17 dB.

Eine Tonhaltigkeit [10] in den von den Windkraftanlagen abgestrahlten Geräuschen wird vom Hersteller nicht angegeben (Tabelle 3, [5]). Nach Untersuchungen in [11] nimmt die Tonhaltigkeit im Frequenzspektrum des Geräusches von Windkraftanlagen mit der Entfernung ab. Im Nahbereich ermittelte Tonhaltigkeiten von weniger als 3 dB zeigen im Fernfeld von Windkraftanlagen (Abstände > 200 m) keine Auswirkungen mehr auf und können daher vernachlässigt werden [11].

5 Beurteilung der Ergebnisse

5.1 Beurteilungspegel

Grundlagen zur Beurteilung der Immissionspegel sind die TA-Lärm [1] sowie die VDI-Richtlinie 2058, Blatt 1 [12]. Zuschläge zur Berücksichtigung auffälliger Eigenschaften des abgestrahlten Geräusches sind nicht gegeben. Die Bewertung einer Tonhaltigkeit des abgestrahlten Geräusches wurde nicht in die Rechnung mit einbezogen. Eine zeitliche Bewertung kann entfallen, da von einem stationären Betrieb aller Anlagen ausgegangen werden kann. Der Abzug von 3 dB nach [1], Abschnitt 6.9, im Hinblick auf die Messunsicherheit wird im Rahmen einer Vorausberechnung nicht berücksichtigt. Nach den gegebenen Voraussetzungen entsprechen die Beurteilungspegel den berechneten Immissionspegeln. Die Immissionsrichtwerte sind zum Vergleich in den Tabellen 4 bis 8 in Spalte 3 angegeben.

Die in den Tabellen angegebenen Beurteilungspegel wurden unter Mitwindbedingungen bestimmt. Bei Gegenwind oder Querwind sind im allgemeinen niedrigere Pegelwerte zu erwarten.

Zur Bewertung der Rechenergebnisse sollen noch folgende Punkte angemerkt werden:

- Bei der Berechnung der Immissionspegel nach VDI 2714 [8] wurde eine Abschätzung nach oben ('worst case') vorgenommen, bei der von einem schallharten, voll reflektierenden Boden ausgegangen wird. In Wirklichkeit wird die Energie der von der Windkraftanlage nach unten abgestrahlten Schallwellen infolge der akustischen Eigenschaften eines vorhandenen landwirtschaftlich kultivierten Bodens bei der Reflexion zu einem geringen Teil absorbiert. Der Einfluß der Boden- und Meteorologiedämpfung kann nach [8] mit einer Näherungsformel abgeschätzt werden. Danach zeigen sich Auswirkungen für Entfernungen Schallquelle - Immissionspunkt oberhalb von 250 m. Für die hier festgelegten Immissionspunkte ergeben sich daraus Pegelminderungen zwischen 3,6 und 4,2 dB (entsprechend Entfernungen von 1051 m bis 1895 m).
- Mit steigenden Windgeschwindigkeiten beobachtet man an den Immissionspunkten eine Überlagerung des Betriebsgeräusches mit den natürlichen Windgeschwindigkeiten. Nach Untersuchungen in [13] beträgt das windinduzierte Fremdgeräusch für eine Windgeschwindigkeit von 8 m/s in offenen Landschaften ohne Baum- und Strauchbestand 48 dB(A). Ist der von der Schallquelle verursachte Immissionspegel geringer als das Fremdgeräusch, kommt es zu einer „Maskierung“ oder „Verdeckung“ des Betriebsgeräusches. Wie in [13] gezeigt, setzen erste Verdeckungseffekte ab einer Pegeldifferenz

von 4 dB ein. Eine vollständige Maskierung ist ab Pegeldifferenzen größer als 9 dB gegeben. Daraus folgt, daß Betriebsgeräusche erst ab einem Schalldruckpegel von 39 dB(A) aus den überlagerten Windgeräuschen „herausgehört“ werden können.

5.2 Vergleich der Beurteilungspegel mit den Immissionsrichtwerten

Der Vergleich der Beurteilungspegel mit den Immissionsrichtwerten ergibt, daß für den Nennleistungsbetrieb der geplanten Windkraftanlagen der Immissionsrichtwert in allen Immissionspunkten um mehr als 17 dB unterschritten wird. Diese Zusatzbelastung kann nach der jetzt gültigen TA Lärm [1] unberücksichtigt bleiben, da die Beurteilungspegel um mehr als 6 dB unter dem Immissionsrichtwert bleiben.

6 Zusammenfassung

Für in der Nähe des geplanten Windparks gelegene Gebäude wurden die durch zwei geplante Windkraftanlagen NEG Micon NM/1000/60 zu erwartenden Geräuschimmissionen voraberechnet und beurteilt.

Für die Beurteilung wurden 10 exponierte Immissionspunkte ausgewählt, die dem Lageplan in der Anlage zu entnehmen sind. Die entsprechenden Immissionsrichtwerte sind entsprechend der Flächennutzung in Tabelle 1 festgelegt.

Die zu erwarteten Immissionspegelwerte und Beurteilungspegel wurden nach VDI 2714 [8] und gemäß den Vorgaben in der TA-Lärm [1] ermittelt. Grundlage der Berechnungen sind die Herstellerangaben über den Schalleistungspegel bei Nennleistungsbetrieb [5].

Die durch die zwei geplanten Anlagen verursachte Zusatzbelastung bleibt in allen Immissionspunkten um mehr als 17 dB unter dem Immissionsrichtwert. Die in der TA Lärm geforderten Bedingungen für eine Zusatzbelastung werden somit bei weitem erfüllt.

Geilenkirchen, den 18. 1. 2000



Dr.-Ing. Christian Faber

7 Literatur

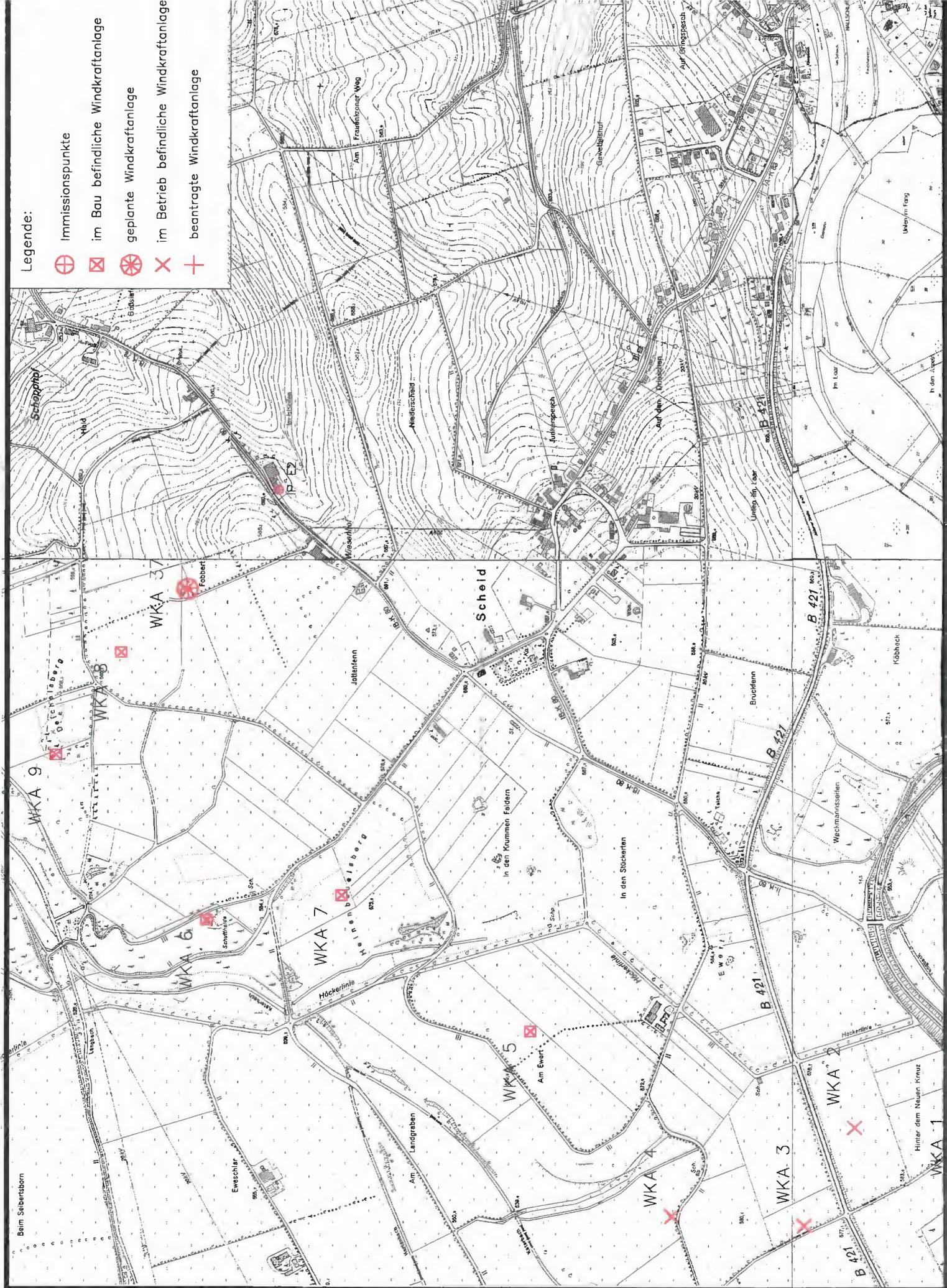
- [1] Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) vom 26. August 1998, 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gemeinsames Ministerialblatt GMBI 1998, 49. Jahrgang, Nr. 26, S. 503-515
- [2] M. Pfaff, Technischer Kommentar zur TA-Lärm ecomed-Verlag, Landsberg/Lech, 1991
- [3] DIN 45635, Teil 1, Geräuschemessung an Maschinen, Luftschallmessung, Hüllflächenverfahren, Rahmen-Meßvorschrift, 1984
- [4a] Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation - 4. Acoustics - Measurement of Noise Emission from Wind Turbines, 2nd edition 1988 - Expert Group Study submitted to Executive Committee of International Energy Agency (IEA) Programme for Research and Development in Wind Energy Conversion Systems
- [4b] Entwurf DIN IEC 88/48/CDV, Windenergieanlagen, Teil 10 Schallmeßverfahren, März 1996
- [4c] Schallimmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen, Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“, Dezember 1998
- [4d] Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Stand: 1. 10. 1998, Fördergesellschaft Windenergie e. V., FGW
- [5] Messung der Schallemission der Windenergieanlage der Fa. NEG Micon , Typ NM 1000/60 nach FGW-Richtlinie durch WIND-consult, Berichts-Nr. WICO 01602299 vom 3. Mai 1999
- [6] H. H. Hubbard, K. P. Shepherd, Aeroacoustics of Large Wind Turbines, Journal of the Acoustical Society of America, vol 89, June 1991, S. 2495 - 2508
- [7] Schall-Emissionsmessung an einer NORDEX N-52 / 800 kW, Wind-consult Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energiewandlung mbH
- [8] VDI-Richtlinie VDI 2714, Schallausbreitung im Freien, Januar 1988
- [9] J. Jakobsen, Noise from Wind Turbine Generators, Noise Control, Propagation and Assessment, Proceedings 1990 INTERNOISE-Conference, 1990 Goetheborg, Schweden, S. 303 - 308
- [10] DIN 45 681, Entwurf, Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen, Januar 1992
- [11] J. Gabriel, H. Klug, T. Osten, Schallmessungen an Windkraftanlagen, DEWEK '94, Tagungsband herausgegeben vom DEWI, S. 251
- [12] VDI-Richtlinie VDI 2058, Blatt 1, Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft, September 1985
- [13] D. Piorr, Schallemissionen und -immissionen von Windkraftanlagen, Fortschritte der Akustik - DAGA '91, Bochum, S. 365 - 368

Anhang

- Anlage 1: Lageplan M 1:10.000 mit allen geplanten und bereits installierten WKA
 - und den IP

- Anlage 2: Berechnungsblätter für die betrachteten Immissionspunkte G bis P
 - (10 Seiten, 1 Seite je IP)

Legende:



| Ermittlung der Zusatzbelastung durch die geplanten Anlagen NEG Micon NM 1000/60/70 an den IP G - P in Hallschlag | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| Immissionspunkt | | G | | | | | | | |
| | x-Wert [m] | y-Wert [m] | | | | | | | |
| | 29260 | 79065 | | | | | | | |
| Beantragte NEG Micon NM 1000/60/70 in Hallschlag | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nabenhöhe | Schalleistung | | Aufpunkthöhe |
| | | | | | | [m] | L-WA [dB(A)] | | [m] |
| | | | | | | 70,0 | 100,5 | | 1,5 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] | y-Wert [m] | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 16 | 30968 | 78448 | 1816,0 | 63,0 | 72,5 | 76,2 | 0,0 | 4,1 | -4,8 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,8 | | 6,4 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,8 | | 11,4 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,6 | | 15,6 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 7,3 | | 10,9 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 14,5 | | -0,3 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 38,1 | | -31,9 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 94,4 | | -97,2 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 18,3 |
| 17 | 30974 | 78258 | 1894,5 | 63,0 | 72,5 | 76,5 | 0,0 | 4,2 | -5,2 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,9 | | 5,9 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,9 | | 10,9 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,8 | | 15,0 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 7,6 | | 10,2 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 15,2 | | -1,4 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 39,8 | | -34,0 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 98,5 | | -101,7 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 17,7 |
| Gesamtpegel WKA 16 u. 17 | | | | | | | | | 21,1 |
| ENDE | | | | | | | | | |

| Ermittlung der Zusatzbelastung durch die geplanten Anlagen NEG Micon NM 1000/60/70 an den IP G - P in Hallschlag | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------|---------|----------|---------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| Immissionspunkt | | H | | | | | | | |
| | x-Wert [m] | y-Wert [m] | | | | | | | |
| | 29315 | 79055 | | | | | | | |
| Beantragte NEG Micon NM 1000/60/70 in Hallschlag | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nabenhöhe | Schalleistung | | |
| | | | | | | [m] | L-WA [dB(A)] | Aufpunkthöhe | |
| | | | | | | 70,0 | 100,5 | 1,5 | |
| Anlage | Koordinaten | | Abstand | Frequenz | L-W-Okt | Abstandsmaß | Luftdämpfung | B+M-Dämpf. | L-A-Okt |
| Nr. | x-Wert [m] | y-Wert [m] | s-m [m] | f [Hz] | [dB(A)] | D-s [dB] | D-L [dB] | D-BM [dB] | [dB(A)] |
| 16 | 30968 | 78448 | 1760,9 | 63,0 | 72,5 | 75,9 | 0,0 | 4,1 | -4,5 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,8 | | 6,7 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,8 | | 11,7 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,5 | | 16,0 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 7,0 | | 11,4 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 14,1 | | 0,4 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 37,0 | | -30,5 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 91,6 | | -94,1 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 18,7 |
| Anlage | Koordinaten | | Abstand | Frequenz | L-W-Okt | Abstandsmaß | Luftdämpfung | B+M-Dämpf. | L-A-Okt |
| Nr. | x-Wert [m] | y-Wert [m] | s-m [m] | f [Hz] | [dB(A)] | D-s [dB] | D-L [dB] | D-BM [dB] | [dB(A)] |
| 17 | 30974 | 78258 | 1840,5 | 63,0 | 72,5 | 76,3 | 0,0 | 4,1 | -4,9 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,8 | | 6,2 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,8 | | 11,2 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,7 | | 15,4 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 7,4 | | 10,7 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 14,7 | | -0,6 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 38,7 | | -32,6 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 95,7 | | -98,6 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 18,1 |
| Gesamtpegel WKA 16 u. 17 | | | | | | | | | 21,4 |
| ENDE | | | | | | | | | |

| Ermittlung der Zusatzbelastung durch die geplanten Anlagen NEG Micon NM 1000/60/70 an den IP G - P in Hallschlag | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Immissionspunkt | | K | | | | | | | |
| | x-Wert [m] | y-Wert [m] | | | | | | | |
| | 29800 | 78685 | | | | | | | |
| Beantragte NEG Micon NM 1000/60/70 in Hallschlag | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nabenhöhe [m] | Schalleistung L-WA [dB(A)] | | Aufpunkthöhe [m] |
| | | | | | | 70,0 | 100,5 | | 1,5 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] y-Wert [m] | | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 16 | 30968 | 78448 | 1191,8 | 63,0 | 72,5 | 72,5 | 0,0 | 3,8 | -0,8 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,2 | | 11,0 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,2 | | 16,0 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 2,4 | | 20,8 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 4,8 | | 17,5 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 9,5 | | 8,7 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 25,0 | | -14,8 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 62,0 | | -60,8 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 23,8 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] y-Wert [m] | | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 17 | 30974 | 78258 | 1249,2 | 63,0 | 72,5 | 72,9 | 0,0 | 3,8 | -1,2 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,2 | | 10,5 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,2 | | 15,5 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 2,5 | | 20,3 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 5,0 | | 16,8 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 10,0 | | 7,8 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 26,2 | | -16,5 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 65,0 | | -64,2 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 23,2 |
| Gesamtpegel WKA 16 u. 17 | | | | | | | | | 26,5 |
| ENDE | | | | | | | | | |

Ermittlung der Zusatzbelastung durch die geplanten Anlagen NEG Micon NM 1000/60/70 an den IP G - P in Hallschlag

| Immissionspunkt | | L | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|
| | x-Wert [m] | y-Wert [m] | | | | | | | |
| | 29885 | 78640 | | | | | | | |
| Beantragte NEG Micon NM 1000/60/70 in Hallschlag | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nabenhöhe [m] | Schalleistung L-WVA [dB(A)] | | Aufpunkthöhe [m] |
| | | | | | | 70,0 | 100,5 | | 1,5 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] y-Wert [m] | | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 16 | 30968 | 78448 | 1099,9 | 63,0 | 72,5 | 71,8 | 0,0 | 3,7 | 0,0 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,1 | | 11,9 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,1 | | 16,9 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 2,2 | | 21,8 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 4,4 | | 18,6 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 8,8 | | 10,2 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 23,1 | | -12,1 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 57,2 | | -55,2 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 24,8 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] y-Wert [m] | | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 17 | 30974 | 78258 | 1154,1 | 63,0 | 72,5 | 72,2 | 0,0 | 3,7 | -0,5 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,2 | | 11,4 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,2 | | 16,4 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 2,3 | | 21,2 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 4,6 | | 17,9 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 9,2 | | 9,3 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 24,2 | | -13,7 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 60,0 | | -58,5 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 24,2 |
| Gesamtpegel WKA 16 u. 17 | | | | | | | | | 27,5 |
| ENDE | | | | | | | | | |

| Ermittlung der Zusatzbelastung durch die geplanten Anlagen NEG Micon NM 1000/60/70 an den IP G - P in Hallschlag | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Immissionspunkt | | N | | | | | | | |
| | x-Wert [m] | y-Wert [m] | | | | | | | |
| | 29285 | 78180 | | | | | | | |
| Beantragte NEG Micon NM 1000/60/70 in Hallschlag | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nabenhöhe [m] | Schalleistung L-WA [dB(A)] | | Aufpunkthöhe [m] |
| | | | | | | 70,0 | 100,5 | | 1,5 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] y-Wert [m] | | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 16 | 30968 | 78448 | 1704,2 | 63,0 | 72,5 | 75,6 | 0,0 | 4,1 | -4,2 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,7 | | 7,1 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,7 | | 12,1 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,4 | | 16,4 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 6,8 | | 12,0 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 13,6 | | 1,2 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 35,8 | | -29,0 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 88,6 | | -90,8 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 19,2 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] y-Wert [m] | | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 17 | 30974 | 78258 | 1690,8 | 63,0 | 72,5 | 75,6 | 0,0 | 4,1 | -4,1 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,7 | | 7,2 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,7 | | 12,2 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,4 | | 16,5 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 6,8 | | 12,1 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 13,5 | | 1,3 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 35,5 | | -28,6 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 87,9 | | -90,0 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 19,3 |
| Gesamtpegel WKA 16 u. 17 | | | | | | | | | 22,2 |
| ENDE | | | | | | | | | |

| Ermittlung der Zusatzbelastung durch die geplanten Anlagen NEG Micon NM 1000/60/70 an den IP G - P in Hallschlag | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| Immissionspunkt | | O | | | | | | | |
| | x-Wert [m] | y-Wert [m] | | | | | | | |
| | 29295 | 78045 | | | | | | | |
| Beantragte NEG Micon NM 1000/60/70 in Hallschlag | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nabenhöhe [m] | Schalleistung L-WA [dB(A)] | | Aufpunkthöhe [m] |
| | | | | | | 70,0 | 100,5 | | 1,5 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] | y-Wert [m] | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 16 | 30968 | 78448 | 1720,9 | 63,0 | 72,5 | 75,7 | 0,0 | 4,1 | -4,3 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,7 | | 7,0 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,7 | | 12,0 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,4 | | 16,3 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 6,9 | | 11,8 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 13,8 | | 0,9 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 36,1 | | -29,4 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 89,5 | | -91,8 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 19,0 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] | y-Wert [m] | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 17 | 30974 | 78258 | 1692,5 | 63,0 | 72,5 | 75,6 | 0,0 | 4,1 | -4,1 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,7 | | 7,2 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,7 | | 12,2 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,4 | | 16,5 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 6,8 | | 12,1 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 13,5 | | 1,3 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 35,5 | | -28,7 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 88,0 | | -90,1 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 19,2 |
| Gesamtpegel WKA 16 u. 17 | | | | | | | | | 22,1 |
| ENDE | | | | | | | | | |

Ermittlung der Zusatzbelastung durch die geplanten Anlagen NEG Micon NM 1000/60/70 an den IP G - P in Hallschlag

| Immissionspunkt | | P | | | | | | | |
|---|------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| x-Wert [m] | y-Wert [m] | | | | | | | | |
| 29200 | 78755 | | | | | | | | |
| Beantragte NEG Micon NM 1000/60/70 in Hallschlag | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nabenhöhe | Schalleistung | | |
| | | | | | | [m] | L-WA [dB(A)] | Aufpunkthöhe | |
| | | | | | | 70,0 | 100,5 | 1,5 | |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] | y-Wert [m] | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 16 | 30968 | 78448 | 1794,5 | 63,0 | 72,5 | 76,1 | 0,0 | 4,1 | -4,7 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,8 | | 6,5 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,8 | | 11,5 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,6 | | 15,7 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 7,2 | | 11,1 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 14,4 | | 0,0 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 37,7 | | -31,4 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 93,3 | | -96,0 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 18,5 |
| Anlage Nr. | Koordinaten x-Wert [m] | y-Wert [m] | Abstand s-m [m] | Frequenz f [Hz] | L-W-Okt [dB(A)] | Abstandsmaß D-s [dB] | Luftdämpfung D-L [dB] | B+M-Dämpf. D-BM [dB] | L-A-Okt [dB(A)] |
| 17 | 30974 | 78258 | 1842,3 | 63,0 | 72,5 | 76,3 | 0,0 | 4,1 | -4,9 |
| | | | | 125,0 | 85,5 | | 1,8 | | 6,2 |
| | | | | 250,0 | 90,5 | | 1,8 | | 11,2 |
| | | | | 500,0 | 96,5 | | 3,7 | | 15,4 |
| | | | | 1k | 95,5 | | 7,4 | | 10,7 |
| | | | | 2k | 91,5 | | 14,7 | | -0,7 |
| | | | | 4k | 83,5 | | 38,7 | | -32,6 |
| | | | | 8k | 74,5 | | 95,8 | | -98,7 |
| L-A-ges | | | | | | | | | 18,1 |
| Gesamtpegel WKA 16 u. 17 | | | | | | | | | 21,3 |
| ENDE | | | | | | | | | |