

Geplante Windenergieanlagen

bei der Gemeinde Selzen

Schalltechn. Ingenieurbüro
für Gewerbe, Freizeit-
und Verkehrslärm



Paul Pies



Dipl. Ing.
Von der Industrie- und Handelskammer zu
Koblenz öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger
Benannte Meßstelle nach
§§26, 28 BImSchG

Büro 1 + 2: Boppard-Buchholz:

1 Buchenstraße 13 56154 Boppard-Buchholz

2 Birkenstraße 34 56154 Boppard-Buchholz

Büro: Leipzig-Althen:
Saxoniastraße 8 04451 Althen

Tel: 06742 / 921133
Fax: 06742 / 921135
E-Mail: pies@schallschutz-pies.de

Tel: 06742 / 2299
Fax: 06742 / 3742
E-Mail: info@schallschutz-pies.de

Tel: 034291 / 4180

**Geplante Windenergieanlagen
bei der Gemeinde Selzen**

AUFTRAGGEBER:

G.A.I.A. mbH
Königsberger Straße 22
67245 Lamsheim

AUFTRAG VOM:

Januar 2003

AUFTRAG – NR.:

10701 / 0103

SEITENZAHL:

15

ANHÄNGE:

5

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Aufgabenstellung.....	3
2. Grundlagen.....	3
2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse.....	3
2.2 Anlagenbeschreibung.....	4
2.3 Nutzungszeiten.....	4
2.4 Verwendete Unterlagen.....	4
2.4.1 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen.....	4
2.5 Richtlinien, Normen und Erlasse	5
2.5.1 Eigene Unterlagen.....	5
2.6 Anforderungen.....	5
2.7 Berechnungsgrundlagen	7
2.7.1 Berechnung der Geräuschimmissionen	7
2.8 Beurteilungsgrundlagen	10
2.9 Ausgangsdaten für die Berechnung	11
2.9.1 Winddaten.....	12
3. Immissionsberechnung und Beurteilung	12
4. Zusammenfassung.....	14

1. Aufgabenstellung

Die Firma G.A.I.A. mbH beabsichtigt, südöstlich der Gemeinde Selzen 3 Windenergieanlagen der Firma Enercon zu errichten und zu betreiben. In einer schalltechnischen Untersuchung sind die zu erwartenden Geräuschimmissionen an der nächstgelegenen Wohnbebauung gemäß den Kriterien der TA Lärm zu ermitteln und zu beurteilen.

Sollte die Untersuchung ergeben, dass ggf. Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nicht auszuschließen sind, so werden geeignete schallmindernde Maßnahmen aufgezeigt.

2. Grundlagen

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Die 3 geplanten Windenergieanlagen sollen im Südosten in einem Abstand von ca. 900 bis 1 400 m zur Ortsgemeinde Selzen auf einer dortigen Anhöhe errichtet werden. Die Ortschaft Köngernheim befindet sich in Abständen von 1 400 bis 2 000 m im Südwesten zu den geplanten Standorten. Eine Kaserne der amerikanischen Armee ist im Südosten in Abständen von 900 bis 1 400 m vorhanden. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist davon auszugehen, dass die geplanten Windenergieanlagen von den og. nächstgelegenen Wohnhäusern frei eingesehen werden können.

Einen Überblick über die örtlichen Verhältnisse vermittelt auch der Lageplan im Anhang 1 zum Gutachten.

2.2 Anlagenbeschreibung

Bei den geplanten Windenergieanlagen handelt es sich um Anlagen der Firma Enercon Typ E66/18.70. Dieser Anlagentyp weist bei einer Nabenhöhe von 114 m und einem Rotordurchmesser von 70 m eine Nennleistung von 1 800 KW auf.

2.3 Nutzungszeiten

Die geplanten Windenergieanlagen sollen kontinuierlich über die gesamte Tages- und Nachtzeit betrieben werden. Somit ist aus schalltechnischer Sicht vor allem die ungünstigste Nutzungssituation zur Nachtzeit von 22.00 bis 06.00 Uhr und hier die „lauteste Stunde“ zu berücksichtigen.

2.4 Verwendete Unterlagen

2.4.1 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen

- Topografische Karte, Maßstab 1 : 25 000
- Auszüge aus der deutschen Grundkarte mit Höhenschichtlinien, Maßstab 1 : 5 000
- Auszüge aus den Katasterplänen mit den Standorten der geplanten Windenergieanlagen, Maßstab 1 : 3 000
- Auszüge aus den Flächennutzungsplänen der angrenzenden Ortschaften
- Angaben über die mittlere Windverteilung

2.5 Richtlinien, Normen und Erlasse

- „Technische Richtlinie für Windenergieanlagen“
Herausgeber: Fördergesellschaft für Windenergie e.V.
- DIN ISO 9613-2
„Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“
- TA Lärm
"Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm"

2.5.1 Eigene Unterlagen

- Tagungsunterlagen;
Kötter Consulting Engineers
- Auszug aus den Messberichten und ein Datenblatt aller vermessenen Anlagen
- Schreiben: Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ der Immissionsschutzbehörden und Messinstitute, Juni 1998

2.6 Anforderungen

Nach Rücksprache mit der Verbandsgemeindeverwaltung Nierstein-Oppenheim bestehen für die ungünstigste nächstgelegene Wohnbebauung der Ortsgemeinde Köngernheim rechtskräftige Bebauungspläne, die ein allgemeines Wohngebiet (WA) bzw. reines Wohngebiet (WR) ausweisen. Ebenfalls besteht für ein Neubaugebiet in Richtung des Planungsvorhabens in der Ortsgemeinde Selzen ein rechtskräftiger Bebauungsplan mit der Einstufung allgemeines Wohngebiet (WA).

Bezüglich der Kaserne ist nach Rücksprache mit der Struktur- und Genehmigungsdirektion, Regionalstelle Gewerbeaufsicht in Mainz, von der Einstufung vergleichbar eines Mischgebietes (MI) auszugehen.

Die TA Lärm gibt für og. Nutzungseinstufungen folgende Immissionsrichtwerte an:

Mischgebiet (MI):

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

Allgemeines Wohngebiet (WA):

tags	55 dB(A)
nachts	40 dB(A)

Reines Wohngebiet (WR):

tags	50 dB(A)
nachts	35 dB(A)

Diese sollen 0,5 m vor dem vom Lärm am stärksten betroffenen Wohnungsfenster nicht überschritten werden. Ferner soll vermieden werden, dass einzelne Pegelspitzen den Tagesimmissionsrichtwert um mehr als 30 dB(A) und den Nachtimmissionsrichtwert um mehr als 20 dB(A) überschreiten.

2.7 Berechnungsgrundlagen

2.7.1 Berechnung der Geräuschemissionen

Gemäß der DIN ISO 9613-2 berechnet sich der äquivalente A-bewertete Dauerschalldruckpegel bei Mitwind nach folgender Gleichung:

$$L_{AT} (DW) = L_W + D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc}$$

Dabei ist:

- L_W - Schalleistungspegel einer Punktschallquelle in Dezibel (A)
- D_c - Richtwirkungskorrektur in Dezibel
- A_{div} - die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung (siehe 7.1 der DIN ISO 9613-2);
- A_{atm} - die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption (siehe 7.2 der DIN ISO 9613-2);
- A_{gr} - die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts (siehe 7.3 der DIN ISO 9613-2);
- A_{bar} - die Dämpfung aufgrund von Abschirmung (siehe 7.4 der DIN ISO 9613-2)
- A_{misc} - die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte (siehe Anhang A der DIN ISO 9613-2)

Die Berechnung nach obiger Gleichung erfolgt in den 8 Oktavbändern mit Bandmittenfrequenzen von 63 Hz bis 8 kHz.

Sind mehrere Punktschallquellen vorhanden, so wird der jeweilige äquivalente A-bewertete Dauerschalldruckpegel nach obiger Gleichung oktavnäßig berechnet und dann die einzelnen Werte energetisch addiert.

Aus dem äquivalenten A-bewerteten Dauerschalldruckpegel bei Mitwind $L_{AT} (DW)$ errechnet sich unter Berücksichtigung der nachstehenden Beziehung der A-bewertete Langzeitmittelungspegel $L_{AT}(LT)$:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

C_{met} entspricht dem meteorologischen Korrekturmaß gemäß dem Abschnitt 8 der DIN ISO 9613-2.

Die Immissionsberechnung erfolgte durch das Rechenprogramm "SOUNDPLAN", Version 5.0, entwickelt vom Ingenieurbüro Braunstein und Berndt, Stuttgart, auf einem Personal-Computer (PC). Die Berechnung mit "SOUNDPLAN" steht mit dem og. Berechnungsverfahren im Einklang.

Das Programm beruht auf einem Sektorverfahren. Ausgehend von den jeweiligen Immissionsorten werden Suchstrahlen ausgesandt, der Abstandswinkel der Suchstrahlen kann frei gewählt werden. Mittels Suchroutinen wird überprüft, ob sich in den jeweiligen Sektoren Linienschallquellen, Beugungskanten und Reflexionskanten befinden. Die Schnittpunkte werden gespeichert, so daß anhand der Schnittgeometrie eine genaue Berechnung des zugehörigen Teilschallpegels erfolgen kann. Bei der Existenz reflektierender Flächen wird sowohl der Schallweg des reflektierenden Schalls als auch der Schallweg über das Hindernis hinweg verfolgt.

Die Programmausgabe besteht aus einer Tabelle, aus der die Schallanteile der verschiedenen beteiligten Emittenten und die Summenpegel hervorgehen. Das Pegeldiagramm veranschaulicht, aus welchen Richtungen der Schall am Immissionsort einfällt und gibt den Anteil des reflektierten Schalls an.

Die eingegebenen Koordinaten können über ein Plottbild kontrolliert werden.

Dies sind beispielsweise:

- Straßenachsen,
- Beugungskanten (Lärmschutzwände und -wälle, Einschnittböschungen, Gebäude, Geländeerhebungen etc.),
- reflektierende Flächen,
- Bewuchs etc.

Mit dem oben beschriebenen Rechenprogramm "SOUNDPLAN" ist auch die Erstellung von Rasterlärmkarten (RLK) möglich.

Zur Erstellung dieser Karten sind sowohl die Vorgehensweise als auch der Rechenformalismus die gleichen wie zuvor beschrieben.

Für die Rasterlärmkarten werden zusätzlich nur das zu untersuchende Gebiet, die Rastergröße und die zu berücksichtigende Immissionshöhe definiert. Die Ausgabe der Rasterlärmkarten besteht aus Plottbildern, in denen die Flächen des Untersuchungsgebietes gestaffelt nach Immissionspegelklassen (Isolinien) farblich dargestellt werden.

2.8 Beurteilungsgrundlagen

Nach der 6. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 erfolgt die Beurteilung eines Geräusches bei nicht genehmigungsbedürftigen bzw. genehmigungsbedürftigen Anlagen anhand eines sog. Beurteilungspegels. Dieser berücksichtigt die auftretenden Schallpegel, die Einwirkzeit, die Tageszeit des Auftretens und besondere Geräuschmerkmale (z.B. Töne).

Das Einwirken des vorhandenen Geräusches auf den Menschen wird dem Einwirken eines konstanten Geräusches während des gesamten Bezugszeitraumes gleichgesetzt.

Zur Bestimmung des Beurteilungspegels wird die tatsächliche Geräuscheinwirkung (Wirkpegel) während des Tages auf einen Bezugszeitraum von 16 Stunden (06.00 bis 22.00 Uhr) und zur Nachtzeit (22.00 bis 06.00 Uhr) auf eine volle Stunde („lauteste Nachtstunde“ z.B. 01.00 bis 02.00 Uhr) bezogen.

Treten in einem Geräusch Einzeltöne und Informationshaltigkeit deutlich hörbar hervor, dann sind in den Zeitabschnitten, in denen die Einzeltöne bzw. Informationshaltigkeiten auftreten, dem maßgebenden Wirkpegel von 3 dB(A) bzw. 6 dB(A) hinzuzurechnen.

Die nach dem oben beschriebenen Verfahren ermittelten Beurteilungspegel sollen bestimmte Immissionsrichtwerte, die in der TA Lärm, Abschnitt 6.1 festgelegt sind, nicht überschreiten.

Zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung von Geräuschen wird ein Zuschlag von 6 dB(A) für folgende Teilzeiten berücksichtigt:

An Werktagen	06.00 – 07.00 Uhr
	20.00 – 22.00 Uhr
An Sonn- und Feiertagen	06.00 – 09.00 Uhr
	13.00 – 15.00 Uhr
	20.00 – 22.00 Uhr

Die Berücksichtigung des Zuschlages von 6 dB(A) gilt nur für Wohn-, Kleinsiedlungs- und Kurgebiete; jedoch nicht für Kern-, Dorf-, Misch-, Gewerbe- und Industriegebiete.

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte, wie sie in Abschnitt 6.1 der TA Lärm aufgeführt sind, am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

2.9 Ausgangsdaten für die Berechnung

Für die geplanten Windenergieanlagen der Firma Enercon vom Typ E66/18.70 liegt zum einen eine Zusammenfassung der 3 bisher durchgeführten Vermessungen gemäß der FGW-Richtlinien sowie einzelne Messberichte vor. Hiernach wird für den og. Anlagentyp eine Schalleistung von $L_w = 103$ dB(A) bei Referenzbedingungen (Windgeschwindigkeiten von 10 m/s in 10 m Höhe bzw. 95 % der Anlagennennleistung) angegeben. Als Standardabweichung wurde ein Wert von 0,2 dB(A) unter Referenzbedingungen ermittelt.

Hinsichtlich immissionsrelevanter Ton- und Impulshaltigkeit wurden in den Messberichten keine Zuschläge aufgeführt.

Zur Tonhaltigkeit ist anzumerken, dass entsprechend dem Stand der Technik Geräuschemissionen von neuen Windenergieanlagen nicht einzeltonhaltig sein sollten. Auszüge aus den Messberichten bzw. Zusammenfassungen können dem Anhang 2 zum Gutachten entnommen werden.

Bezüglich tieffrequenter Geräusche bzw. Infraschall sind in Anlehnung an Veröffentlichungen bei den vorliegenden Abständen bisher noch keine messbaren gesundheitsschädlichen Geräuschanteile festgestellt worden.

2.9.1 Winddaten

Um auch die meteorologischen Einflüsse (wechselnde Windrichtungen) entsprechend der TA Lärm zu berücksichtigen, wurde die mittlere Windverteilung entsprechend dem Anhang 3 zum Gutachten bei der Untersuchung beachtet.

3. Immissionsberechnung und Beurteilung

Zur Ermittlung der Geräuschimmissionen wurde mittels PC und der Software „SOUNDPLAN“ ein digitales Geländemodell erstellt. Dieses Geländemodell berücksichtigt alle für die Schallausbreitung wichtigen topografischen Gegebenheiten. Die Immissionsberechnung wurde für die nächstgelegene Wohnbebauung der angrenzenden Ortschaften und Kaserne durchgeführt (Obergeschosse). Diese Immissionsorte sind nachstehend aufgeführt und im Lageplan im Anhang 1 zum Gutachten gekennzeichnet.

Tabelle 1

IP	Bezeichnung IP	Nutzungseinstufung
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	WA
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Königernheim	WR
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Königernheim	WA
4	Wohnblock auf dem Kasernengelände	MI

Unter Beachtung eines Zuschlages von 6 dB für die Tageszeit mit erhöhter Empfindlichkeit an Sonn- und Feiertagen von 06.00 bis 09.00 Uhr, 13.00 bis 15.00 Uhr und 20.00 bis 22.00 Uhr für reine und allgemeine Wohngebiete gemäß der TA Lärm ergeben sich folgende Beurteilungspegel an den og. Aufpunkten bei einem kontinuierlichen Betrieb der geplanten Anlagen:

Tabelle 2

IP	Bezeichnung IP	Beurteilungspegel L _p in dB(A)		Immissionsrichtwert in dB(A)	
		Tag*	Nacht	Tag	Nacht
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	37	33	55	40
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Königernheim	30	27	50	35
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Königernheim	31	28	55	40
4	Wohnblock auf dem Kasernengelände	36	36	60	45

* sonn- und feiertags

Die detaillierte Ausbreitungsberechnung kann auch dem Anhang 4 zum Gutachten entnommen werden.

Neben der punktuellen Berechnung für die ungünstigst gelegenen Wohnhäuser erfolgte auch eine flächenhafte Berechnung für das 1. Obergeschoß. Die Berechnungsergebnisse dieser flächenhaften Berechnung sind in einer Rasterlärnkarte im Anhang 5 farblich mit Isolinien im 2 dB-Abstand wiedergegeben.

Wie die Berechnungsergebnisse verdeutlichen, wird sowohl zur Tages- als auch zur Nachtzeit der jeweilige Immissionsrichtwert deutlich unterschritten. Da die Unterschreitungen an allen aus schalltechnischer Sicht ungünstigsten gewählten Immissionspunkten ≥ 6 dB(A) betragen, wird auch das sog. Irrelevantkriterium der TA Lärm erfüllt; die Betrachtung einer möglichen gewerblichen Geräuschvorbelastung kann daher unberücksichtigt bleiben. Hierzu ist anzumerken, dass, wie eine Ortsbegehung ergab, eine solche gewerbliche Geräuschvorbelastung, nicht vorliegt.

Somit ist im Sinne der TA Lärm die Errichtung und Inbetriebnahme der geplanten Windenergieanlagen vom Typ Enercon E66/18.70 aus schalltechnischer Sicht zulässig.

4. Zusammenfassung

Die Firma G.A.I.A. mbh beabsichtigt, südöstlich der Ortsgemeinde Selzen 3 Windenergieanlagen der Firma Enercon vom Typ E66/18.70 zu errichten und zu betreiben. In einer schalltechnischen Immissionsprognose sind die zu erwartenden Geräuschimmissionen an den nächstgelegenen Wohnhäuser der angrenzenden Ortschaften bzw. für ein Kasernengelände mit Wohnblöcken gemäß den Kriterien der TA Lärm zu ermitteln und zu beurteilen.

Die schalltechnische Untersuchung ergab, dass an allen aus schalltechnischer Sicht ungünstigst gelegenen Wohnhäusern (s. Kennzeichnung im Lageplan, Anhang 1) sowohl zur Tageszeit als auch zur Nachtzeit der jeweils geltende Immissionsrichtwert teils deutlich unterschritten wird (s. hierzu auch Abschnitt 3 und Anhang 4 und Anhang 5). Da auch das Irrelevanzkriterium der TA Lärm eingehalten wird, ist im Sinne der TA Lärm die Errichtung und Inbetriebnahme der Windenergieanlagen vom Typ E66/18.70 aus schalltechnischer Sicht zulässig.

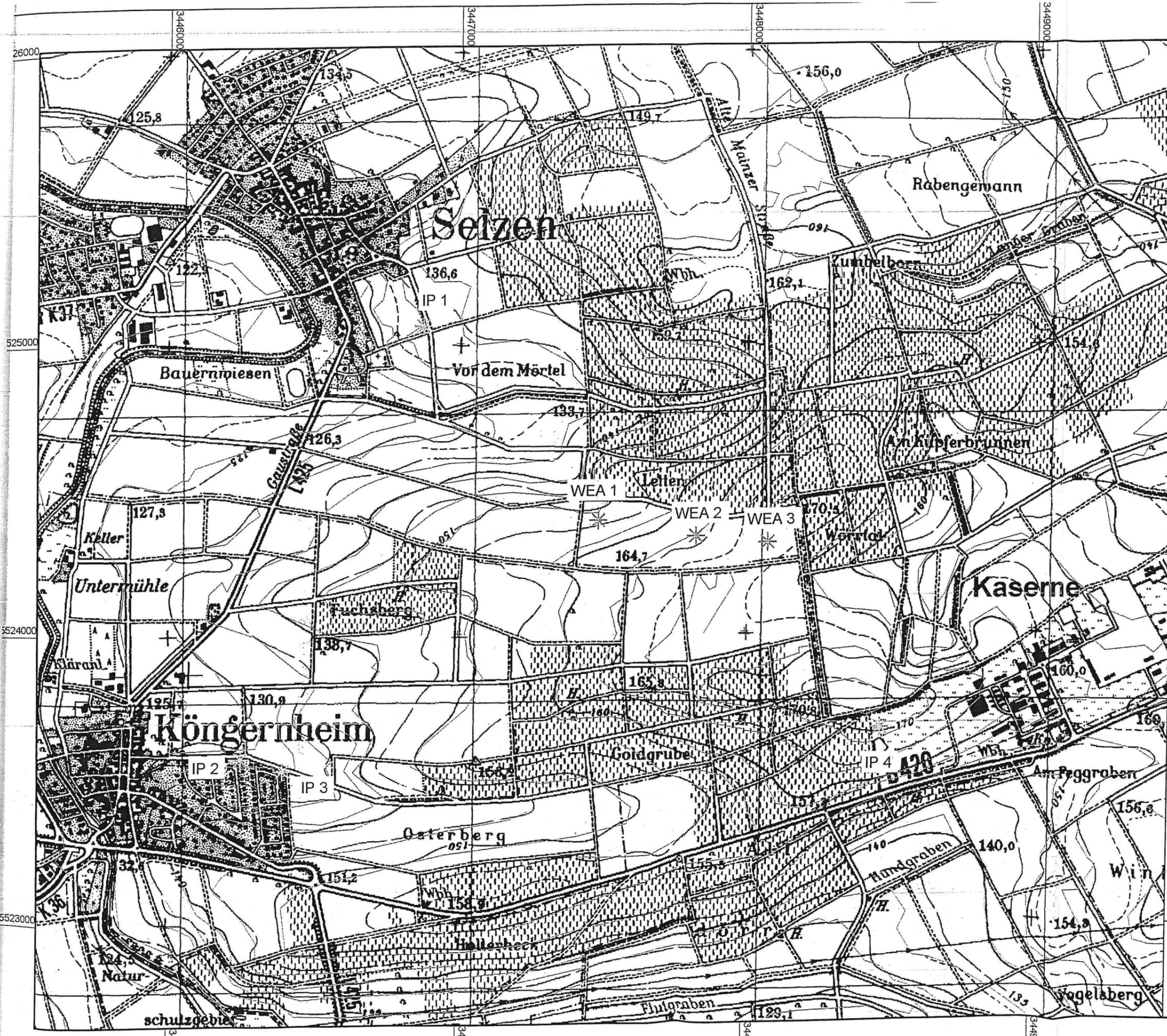
Buchholz, 24.01.2003

Schalltechn. Ingenieurbüro für Gewerbe-
 Vereidigter Sachverständiger
 **PAUL PIES**
 Dipl. Ing.
 Von der Industrie- und Handelskammer
 zu Koblenz öffentlich bestellbar
 vereidigter Sachverständiger
 Benannte Meistertisch: 09 8 3 1 1 9
 Birkenstraße 34 • 56117 Buchholz
 Tel. 06742/2299 u. 931199 • Fax 06742

Sachverständiger

M. Wons





Anhang 1

Ingenieurbüro Paul Pies
 Birkenstraße 34
 56154 Boppard - Buchholz
 Fon : 06742/2299
 Fax : 06742/3742
 e-mail :
 wons@schallschutz-pies.de

Legende

- Punktschallquelle
- Immissionsort
- Höhenlinie



Maßstab 1:12500
 0 50 100 200 300 400 m

Lageplan

ENERCON GmbH Dreieck 5 Tel.: 04941 / 927 - 0 26805 Aurich Fax: 04941 / 927 - 109		ENERCON Schalleistungspegel E-66/18.70	Seite 1 v. 1
--	---	--	-----------------

Die Schalleistungspegel der ENERCON E-66 mit 1.800kW Nennleistung und 70m Rotordurchmesser werden wie folgt angegeben:

Anzahl	<u>Vermessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie			<u>ENERCON</u> <u>Garantie</u>
	1. Vermessung	2. Vermessung	3. Vermessung	
WEA	E-66/18.70 mit 65m NH	E-66/18.70 mit 98m NH	E-66/18.70 mit 86m NH	Garantierter Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie
Institut	WINDTEST KWK	KÖTTER Consulting Engineers	KÖTTER Consulting Engineers	
Bericht	WT1618/00 vom 21.12.2000	KÖTTER 25716 -1.001 vom 30.11.2001	KÖTTER 26207 -1.001 vom 28.05.2002	
65m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	
86m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
98m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
114m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB

- Die Schalleistungspegelvermessungen, sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit, wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 13, Stand 01.01.2000, Hamburg, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte), basierend auf der DIN EN61400-11 (Windenergieanlagen, Teil 11: Geräuschmissionen) mit Stand Februar 2000 durchgeführt. Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschmissionen“, Stand Juli 1996). Zur Feststellung der Tonhaltigkeit wurde entsprechend der Technischen Richtlinie nach DIN 45681 (Entwurf, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen“, Stand Januar 1992) verfahren.
- Der Schalleistungspegel für 95% der Nennleistung bezieht sich nach FGW-Richtlinie auf die Referenzwindgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe.
- Aus den drei vorliegenden Meßberichten (WT1618/00, KCE 25716-1.001 und KCE 26207-1.001) lassen sich folgende energetische Mittelwerte bilden: Für den Schalleistungspegel ergibt sich ein Wert von $L_{WA, 95\% \text{ Nennleistung, Mittel}} = 102,9\text{dB(A)}$. In bezug auf die Standardabweichung wurde ein Wert von $S_{95\% \text{ Nennleistung, Mittel}} = 0,2\text{db(A)}$ ermittelt.
- Umgerechnete Schalleistungspegelwerte für die genannten Nabenhöhen ergeben sich als Berechnung aus den Vermessungen der E-66/18.70 der jeweils vermessenen Nabenhöhe.
- ENERCON Anlagen gewährleisten bei ordnungsgemäßer Wartung aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.



SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 26207-1.001

über die Ermittlung der Schallemissionen der Windenergieanlage
Typ Enercon E-66/18.70 in Hückeswagen

Auftraggeber:

Enercon GmbH
Dreekamp 5

26605 Aurich

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Arno Schällig
Frank Wenzel

Datum:

28.05.2002

4.1.1 Tonhaltigkeit

Eine Tonhaltigkeitsanalyse erfolgt mit den während der Messung aufgezeichneten DAT-Aufnahmen. Zur Auswertung wird ein Frequenzanalysator SA 840/2 eingesetzt. Die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt, die einzelnen Spektren können der Anlage C entnommen werden.

Windgeschwindigkeit v_{10} / m/s	6 ²⁾	7 ²⁾	8	9 ¹⁾
f_T / Hz	—	—	≈ 142	≈ 148
K_{TN} / dB	—	—	0	0

1) v_{10} für 95 % der Nennleistung, hier: 9,0 m/s

2) Für $v_{10} = 6$ m/s und 7 m/s liegen witterungsbedingt keine Meßergebnisse vor

Tabelle 2: Tonhaltigkeit im Nahbereich

Nach dem subjektiven Höreindruck war das Anlagengeräusch nicht tonhaltig.

4.1.2 Impulshaltigkeit

Zur Bestimmung der Impulshaltigkeit K_{IN} im Nahbereich ist die Differenz zwischen Mittelungspegel L_{Aeq} und Taktmaximalpegel L_{AFTeq} (Taktzeit: 5 s) zu bilden. Die für jede Windklasse (bis max. 95 % Nennleistung) ermittelten Pegeldifferenzen sind nach [4] ganzzahlig zu runden und als Impulszuschlag zu vergeben, wenn sich ein Wert > 2 dB ergibt.

Die Ergebnisse zur Impulshaltigkeit sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Einzelheiten können der Anlage D entnommen werden.

Windgeschwindigkeit v_{10} /m/s	6 ²⁾	7 ²⁾	8	9 ¹⁾
$L_{AFTeq} - L_{Aeq}$ / dB	—	—	1,9	1,9
K_{IN} / dB	—	—	0	0

1) v_{10} für 95 % der Nennleistung, hier: 9,0 m/s

2) Für $v_{10} = 6$ m/s und 7 m/s liegen witterungsbedingt keine Meßergebnisse vor

Tabelle 3: Impulshaltigkeit im Nahbereich

Auffällige Geräusche, wie z.B. aus der Azimutverstellung usw., wurden nicht festgestellt.

4.1.3 Schalleistungspegel

Aus dem hintergrundgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c}$ am Referenzmeßpunkt (siehe Tabelle 1) wird der immissionsrelevante Schalleistungspegel L_W nach [1] wie folgt bestimmt:

$$L_W = L_{Aeq,c} - 6 + 10 \lg \left(4\pi \cdot \frac{R_1^2}{S_0} \right)$$

$R_1 \triangleq$ Abstand Rotormittelpunkt - Mikrophon (151,97m)

$S_0 \triangleq$ Bezugsfläche ($S_0 = 1 \text{ m}^2$)

Die Konstante von 6 dB in obiger Gleichung trägt der Schalldruckpegelerhöhung auf einer schallharten Platte Rechnung.

In Tabelle 4 sind zusammenfassend Schalleistungspegel sowie Ton- und Impulzzuschläge für die vorliegenden Windgeschwindigkeiten angegeben:

P / kW	≈ 650	≈ 995	≈ 1410	≈ 1710
$v_{P,10}$ / m/s	6 ²⁾	7 ²⁾	8	9 ¹⁾
L_W / dB(A)	—	—	101,4 ^{*)}	103,0 ^{*)}
K_{IN} / dB	—	—	0	0
K_{TN} / dB	—	—	0	0

1) v_{10} für 95 % der Nennleistung, hier: 9,0 m/s

2) Für $v_{10} = 6 \text{ m/s}$ und 7 m/s liegen witterungsbedingt keine Meßergebnisse vor

*) Abstand < 6 dB(A) zwischen $L_{Aeq, WEA \text{ ein}}$ und Hintergrundgeräusch

Tabelle 4: Schalleistungspegel mit Ton- und Impulshaltigkeit im Nahbereich

Die Ergebnisse beziehen sich auf die vermessene Anlage unter Zugrundelegung der in Anlage D angegebenen Leistungskurve.

Auszug aus dem Prüfbericht

Seite 1

Stamtblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen", Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"

Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. Flotowstraße 41-43, D-22083 Hamburg)

Auszug aus dem Prüfbericht Nr.: Nr.: 26207-1.001
zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-66/18.70 in Hückeswagen

Allgemeine Angaben		Technische Daten: (Herstellerangaben)	
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	1800 kW
Seriennummer:	70494	Rotordurchmesser:	70m
WEA-Standort (ca.):	42499 Hückeswagen GK RW 25.92.350 GK HW 56.67.312	Nabenhöhe über Grund:	86m
		Turmbauart:	kon. Rohr + Sockel
		Leistungsregelung:	Blattverstellung
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)	
Rotorblatthersteller:	Enercon	Getriebehersteller:	entfällt
Rotorblatttyp:	Enercon	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-66/18.70, Ringbauweise
Rotordrehzahlbereich:	8-22 U/min	Generatormendrehzahl:	8-22 U/min

Prüfbericht zur Leistungskurve: Leistungskurvenmessung DEWI-PV 0002-05-F, Deutsches Windenergie-Institut GmbH

	Referenzpunkt		Bemerkungen
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schallemissions-Parameter	
Schalleistungs-Pegel L_{WAP}	8 ms^{-1} 9 ms^{-1} --- ---	101,4 dB(A) 103,0 dB(A) --- ---	
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	8 ms^{-1} 9 ms^{-1} --- ---	0 dB 0 dB --- ---	
Impulzzuschlag für den Nahbereich K_{IN}	8 ms^{-1} 9 ms^{-1} --- ---	0 dB 0 dB --- ---	

Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9,0 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechen 95% der Nennleistung hier 1710 kW

Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
L_{WAP}	59,4	62,1	67,6	71,1	74,8	78,4	88,4	92,4	87,4	89,3	93,5	89,8	90,2	91,5	91,1	90,4
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
L_{WAP}	91,4	90,8	91,9	91,3	89,9	88,9	84,9	81,5	78,4	75,2	71,0	66,8	70,6	69,3	66,1	68,8

---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung. Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: Der Abstand zwischen eingeschalteter und ausgeschalteter Windenergieanlage betrug während der Messung <5 dB(A) zwischen WEA an und Hintergrundgeräusch, witterungsbedingt konnten für $v_{10} = 6 m/s$ und $7m/s$ keine Minutenmittelwerte erfaßt werden.

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers - Rheine -



Datum: 28.05.2002

Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 - 97 10 0 · Fax 0 59 71 - 97 40 48

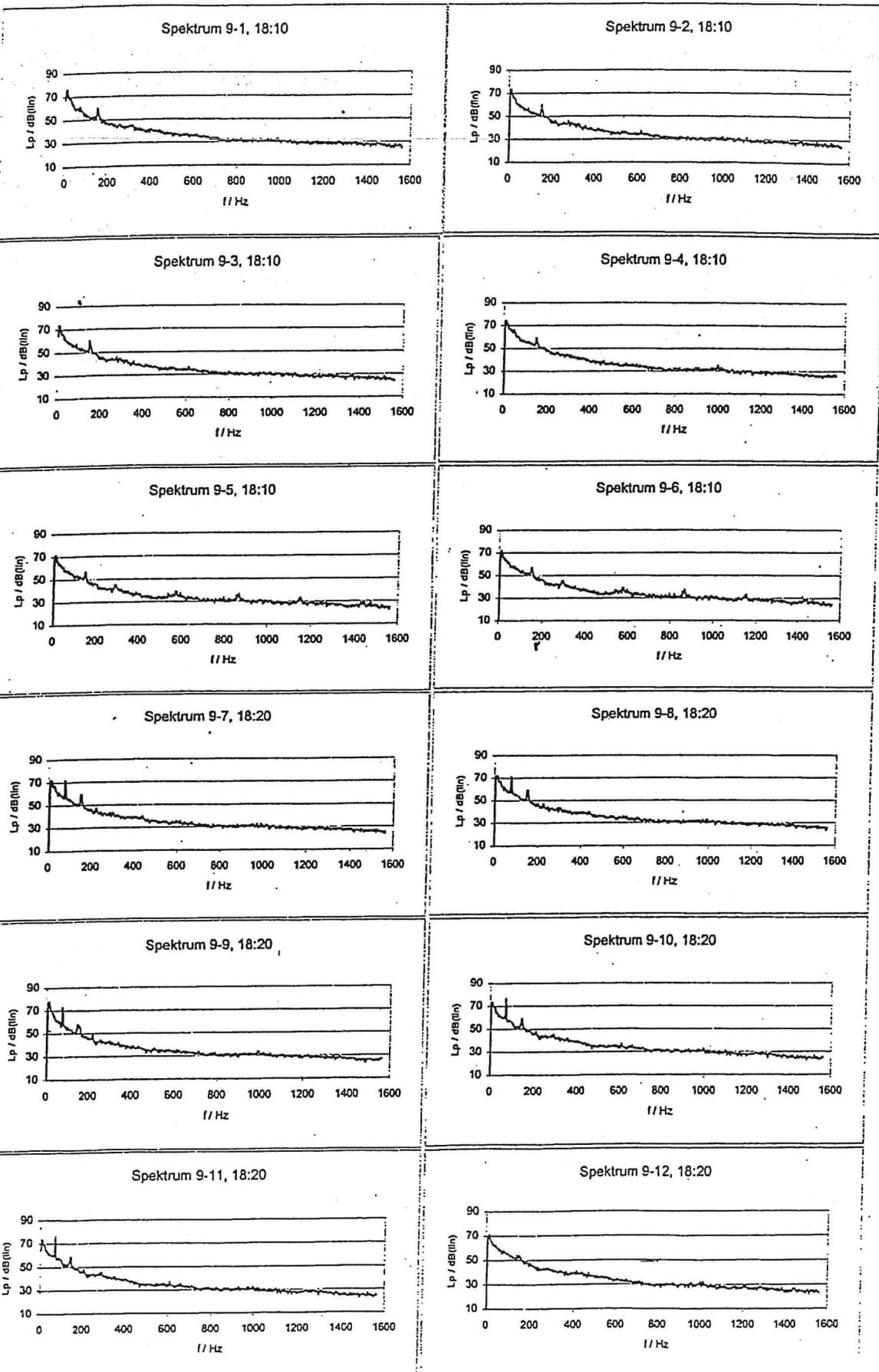
Arno Schäfer

Auswertungen zur Impulshaltigkeit

Enercon E-66/18.70 Standort Hückeswagen

Zeit	L _{AFeq} dB(A)	L _{AFTeq} dB(A)	standardisierte vp, 10 in m/s	Mittelwert je bin		L _{AFeq} dB(A)	L _{AFTeq} dB(A)	L _{AFTeq} -L _{AFeq} dB(A)	K _{IN} dB
				V _{p 10m/s}	r				
18:36	56,7	59,1	9,1	8,9		56,3	58,2	1,9	0
16:19	56,4	58,0	9,1						
15:49	57,0	59,0	9,1						
16:02	57,1	58,8	9,1						
18:20	57,0	59,4	9,0						
18:32	56,2	58,3	9,0						
18:10	55,8	58,1	9,0						
16:25	56,5	57,9	9,0						
18:53	55,4	57,5	8,9						
18:54	55,8	57,6	8,9						
18:12	55,7	57,4	8,9						
18:34	56,9	59,2	8,9						
16:22	56,8	58,4	8,9						
18:11	54,8	56,6	8,8						
18:37	56,6	58,7	8,8						
18:07	54,7	56,8	8,8						
18:45	56,1	58,2	8,8						
16:21	57,0	58,9	8,8						
16:33	55,8	57,5	8,7						
16:24	56,7	58,0	8,7						
18:26	55,8	57,7	8,7						
18:49	56,6	58,7	8,6						
16:31	56,9	58,2	8,6						
			Mittelwert						
18:21	54,8	56,8	8,5	V _{p 10m/s}		L _{AFeq} dB(A)	L _{AFTeq} dB(A)	L _{AFTeq} -L _{AFeq} dB(A)	K _{IN} dB
16:01	56,4	58,3	8,5	8,1	55,2	57,2	1,9	0	
16:20	56,2	58,1	8,4	r					
18:29	54,8	56,5	8,4						
18:23	54,8	56,8	8,3						
15:53	56,6	58,9	8,3						
18:22	55,6	57,7	8,2						
18:06	55,0	56,7	8,2						
18:08	54,3	56,0	8,1						
18:28	53,9	55,8	8,1						
18:25	54,9	56,8	8,1						
18:55	55,1	56,7	8,0						
18:42	55,6	57,4	8,0						
15:52	56,0	57,8	8,0						
18:13	55,1	57,0	8,0						
18:27	55,4	57,5	7,9						
18:57	53,8	55,3	7,9						
16:32	55,9	57,3	7,8						
18:14	55,1	56,9	7,7						
15:50	55,3	58,4	7,6						
18:50	53,8	55,5	7,6						

Spektren, $v_{10} = 9,0 \text{ m/s}$, entsprechend 95% der Nennleistung ($P = 1710 \text{ kW}$)



Projekt:
Selzen-Köngernheim
 G.A.I.A. mbH
 Königsberger Str. 22
 D - 67245 Lamsheim

Beschreibung:
 Windparkstandort Selzen-Köngernheim
 in der Verbandsgemeinde Nierstein-Oppenheim, Landkreis Mainz-Bingen,
 Bundesland Rheinland-Pfalz.
 Mikrostandort etwa 2 km nordöstlich von Köngernheim, 1,7 km südöstlich von
 Selzen und etwa 3 km westlich von Dexheim gelegen.

Ausdruck/Seite:
 01.10.2002 15:28 / 4
Lizenzierter Anwender:
 CUBE Engineering GmbH
 Ludwig-Erhard-Str. 10
 D-34131 Kassel
 +49 561 34338
 Dipl.-Geogr. Oliver Grüning
 Berechnet:
 01.10.2002 15:27/2.2.1.11

WasP interface - Analyse der Windverhältnisse

Berechnung: Referenzpunkt Mitte, E-66/18.70 **Winddaten:** A - Referenzpunkt Mitte; Nabenhöhe: 114,5

Standortkoordinaten

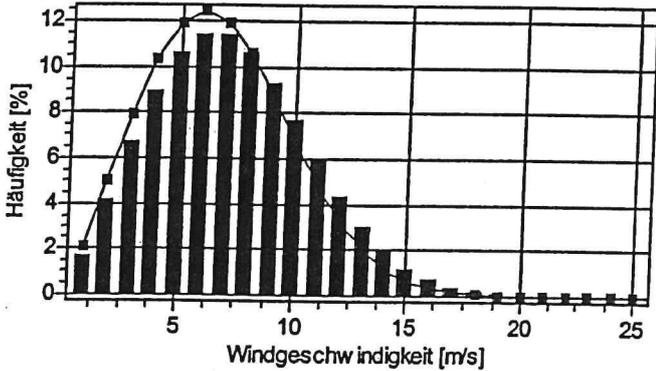
GK Zone: 3 Ost: 3.447.672 Nord: 5.524.098

Windstatistiken DE Rheinlandessen.lib

Weibull-Daten

Sektor	Aktueller Standort			Referenz			
	A-Parameter [m/s]	Windgeschwindigkeit [m/s]	k-Parameter	Häufigkeit [%]	A-Parameter [m/s]	k-Parameter	Häufigkeit [%]
0 N	8,15	5,47	2,600	5,7	8,88	2,630	5,7
1 NNO	8,95	8,18	2,840	7,2	7,59	2,617	7,2
2 ONO	7,14	8,34	2,620	10,0	7,88	2,577	10,0
3 O	6,67	5,91	2,430	7,8	7,28	2,371	7,7
4 OSO	5,98	5,30	2,220	5,0	6,44	2,204	5,0
5 SSO	5,80	5,14	2,290	3,8	6,39	2,201	3,8
6 S	7,48	6,63	2,330	5,3	8,40	2,353	5,3
7 SSW	9,41	8,38	2,660	12,9	9,88	2,642	12,9
8 WSW	8,07	8,07	2,740	18,9	8,79	2,678	18,9
9 W	7,68	6,98	2,330	11,9	8,49	2,332	11,7
10 WNW	7,01	6,21	2,200	6,7	7,85	2,162	6,8
11 NNW	6,18	5,47	2,280	5,2	6,78	2,253	5,4
Gesamt	7,64	6,77	2,310	100,0	8,28	2,318	100,0

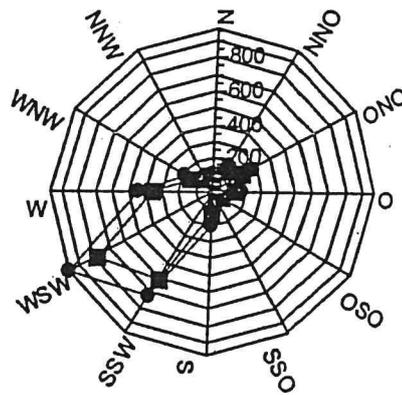
Weibull-Verteilung



Referenz: A=8,28;k=2,318;V_{mittel}=7,3 m/s
 Aktueller Standort: A=7,64;k=2,310;V_{mittel}=6,8 m/s

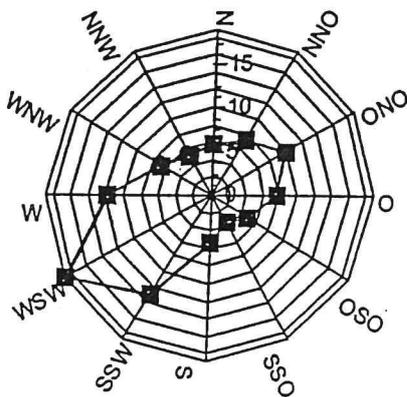
Referenz: Rauheitsklasse 1

Windenergierose (kWh/m2/Jahr)



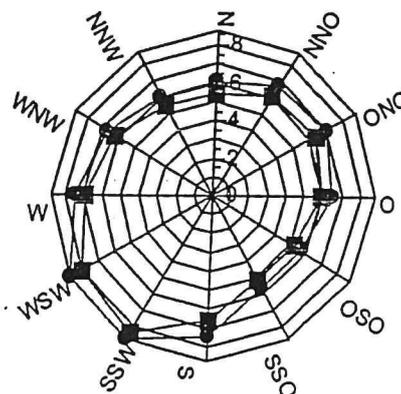
Referenz: Rauheitsklasse 1
 Aktueller Standort Referenz

Häufigkeit (%)



Aktueller Standort Referenz

Mittlere Windgeschwindigkeit (m/s)



Aktueller Standort Referenz

Windenergieanlagen bei Selzen Ausbreitungsberechnung

Name	Quellentyp	Lw dB(A)	I oder S m, m ²	Ko dB	s m	Adiv dB	AGR dB	Abar dB	Aatm dB	Cmet dB	Re dB(A)	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
Name P1 Selzen														
		IRW Tag 55 dB(A)	IRW Nacht 40 dB(A)	LrT 36,6 dB(A)	LrN 33,0 dB(A)									
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	918,11	70,3	2,2		2,7			30,8	34,4	30,8
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	1209,17	72,6	2,9		3,4	0,0		27,1	30,7	27,1
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	1427,64	74,1	3,3		3,8	0,3		24,6	28,2	24,6
Name P2 Kögernheim														
		IRW Tag 50 dB(A)	IRW Nacht 35 dB(A)	LrT 30,2 dB(A)	LrN 26,6 dB(A)									
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	1482,09	74,4	3,4		3,9	0,5		23,7	27,4	23,7
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	1754,58	75,9	3,7		4,4	0,9		21,2	24,8	21,2
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	1972,91	76,9	3,8		4,8	1,1		19,4	23,0	19,4
Name P3 Kögernheim														
		IRW Tag 55 dB(A)	IRW Nacht 40 dB(A)	LrT 31,1 dB(A)	LrN 27,5 dB(A)									
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	1388,34	73,8	3,4		3,7	0,4		24,7	28,3	24,7
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	1644,43	75,3	3,6		4,2	0,8		22,1	25,7	22,1
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	1855,50	76,4	3,8		4,6	1,0		20,3	23,9	20,3
Name P4 Kaserne														
		IRW Tag 60 dB(A)	IRW Nacht 45 dB(A)	LrT 35,5 dB(A)	LrN 35,5 dB(A)									
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	759,76	68,6	2,0		2,4			33,0	33,0	33,0
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	932,29	70,4	2,6		2,8			30,3	30,3	30,3
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	1227,59	72,8	3,2		3,4			26,6	26,6	26,6

Windenergieanlagen bei Selzen Ausbreitungsberechnung

Legende

Name	Name der Quelle
Quellentyp	Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
Lw	Anlagenleistung
l oder S	Größe der Quelle (Länge oder Fläche)
Ko	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
s	Entfernung Emissionsort-IO
Adiv	Mittlere Entfernungsminde- rung
Ag	Mittlerer Bodeneffekt
Abar	Mittlere Einfügedämpfung
Aatm	Mittlere Dämpfung durch Luftabsorption
Cmet	Mittlere meteorologische Korrektur, Windeinfluß
Re	Reflexanteil
Ls	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort
LrT	Teilbeurteilungspegel Tag
LrN	Teilbeurteilungspegel Nacht

dB(A)
m,m²
dB
m
dB
dB
dB
dB
dB
dB
dB(A)
dB(A)
dB(A)
dB(A)

Anhang 5

Ingenieurbüro Paul Pies

Birkenstraße 34
56154 Boppard - Buchholz

Fon : 06742/2299
Fax : 06742/3742
e-mail :
wons@schallschutz-pies.de

dB (A) - Skala

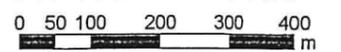
<= 25,0	<= 25,0
25,0 <	<= 27,0
27,0 <	<= 29,0
29,0 <	<= 31,0
31,0 <	<= 33,0
33,0 <	<= 35,0
35,0 <	<= 37,0
37,0 <	<= 39,0
39,0 <	<= 41,0
41,0 <	<= 43,0
43,0 <	<= 45,0
45,0 <	<= 47,0
47,0 <	<= 49,0
49,0 <	<= 49,0

Legende

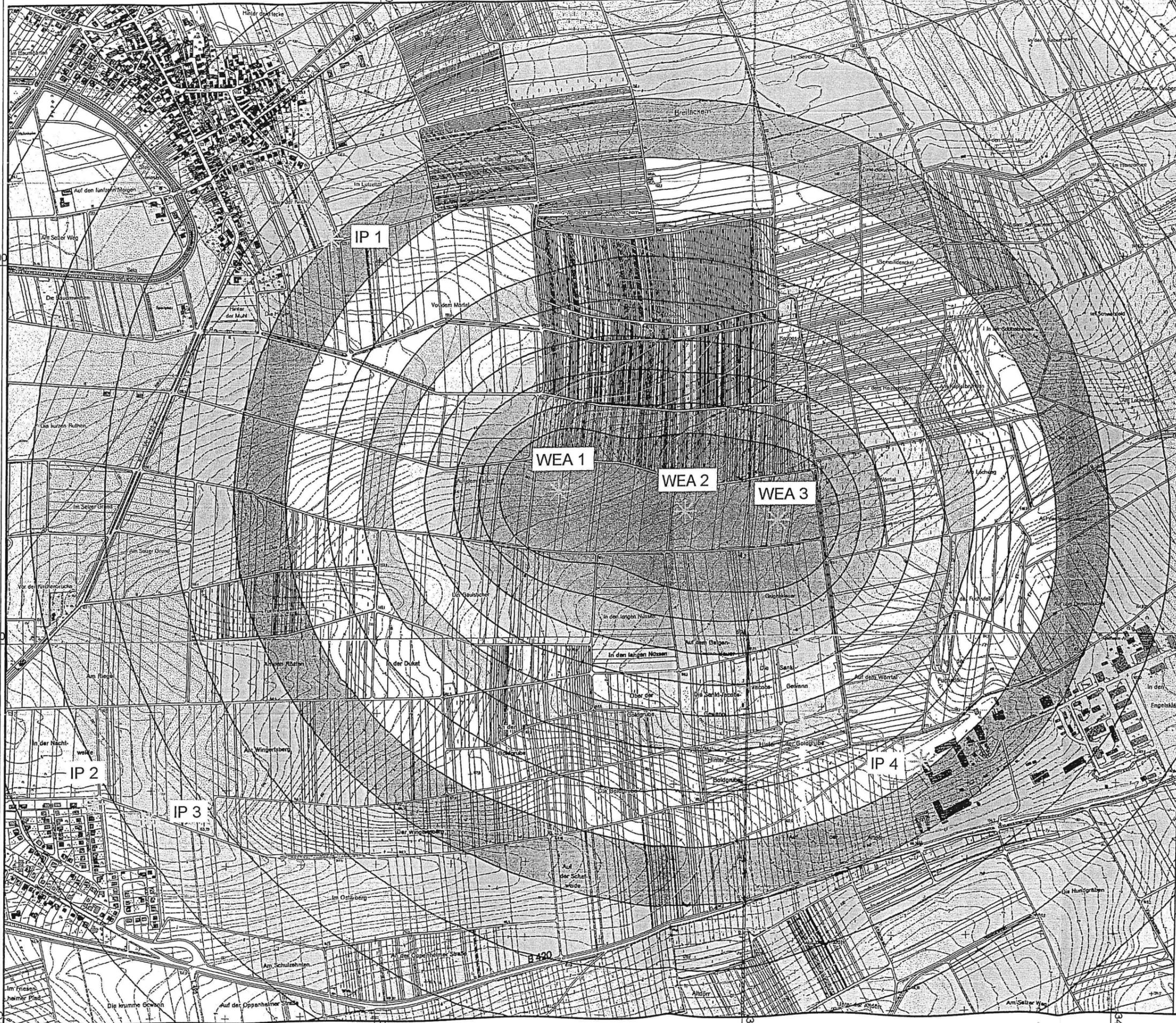
-  Punktschallquelle
-  Immissionsort
-  Höhenlinie



Maßstab 1:10000



Geräusksituation
nachts (lauteste Stunde)
1. Obergeschoß



5525000

5525000

5524000

5524000

5523000

5523000

3447000

3448000

3449000

34470

344800

3449000

Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
07.06.2005 09:37 / 1
Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet
07.06.2005 09:15/2.2.1.12

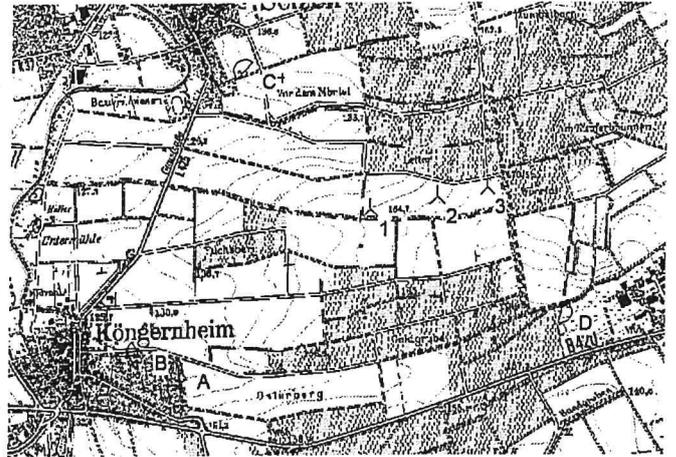
SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Selzen

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)
Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).
- Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.



Maßstab 1:40.000

▲ Neue WKA

⊗ Schatten Rezeptor

WKA

GK Zone: 3	Ost	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WKA Typ		Leistung [kW]	Rotord. [m]	Höhe [m]	Kreis- radius [m]	Drehzahl [Drehzahl]	
					Aktuell	Hersteller						
1	3.447.444	5.524.278	163	WEA 1	Nein	ENERCON	E-48	800	48,0	75,6	300,0	34,5
2	3.447.803	5.524.332	169	WEA 2	Nein	ENERCON	E-48	800	48,0	75,6	300,0	34,5
3	3.448.086	5.524.374	169	WEA 3	Nein	ENERCON	E-48	800	48,0	75,6	300,0	34,5

Schatten Rezeptor-Eingabe

Bez. Name	GK Zone: 3			Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Ausrichtung des Fensters [°]
	Ost	Nord	Z					
A Köngernheim Ost	3.446.412	5.523.461	133	1,0	1,0	2,0	-124,2	90,0
B Köngernheim Nordost	3.446.180	5.523.573	130	1,0	1,0	2,0	-115,5	90,0
C Selzen Südost	3.446.807	5.525.045	133	1,0	1,0	2,0	-44,2	90,0
D Kaserne West	3.448.463	5.523.689	170	1,0	1,0	2,0	-253,3	90,0

Berechnungsergebnisse

Bez. Name	Schattenwurf, 'worst case'		
	Schattendauer in Stunden pro Jahr [Std/Jahr]	Anzahl der Tage mit Schatten [Tage/Jahr]	Max. Schattenwurf in Stunden/Tag [Std/Tag]
A Köngernheim Ost	4:34	45	0:08
B Köngernheim Nordost	5:02	50	0:10
C Selzen Südost	6:38	52	0:10
D Kaserne West	2:18	23	0:08

Projekt:

Selzen

Ausdruck/Seite

07.06.2005 09:38 / 1

Lizenzierter Anwender:

Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:

07.06.2005 09:15/2.2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen Schatten Rezeptor: A - Kögernheim Ost

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).

Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).

Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:25 16:36	08:02 17:21	07:13 18:08	07:06 19:58	06:06 20:44	05:25 21:26	05:23 21:39	05:51 (2) 21:11	05:56 20:13	06:41 19:08	07:26 17:06	07:15 16:30
2	08:25 16:37	08:01 17:22	07:11 18:10	07:04 19:59	06:04 20:46	05:24 21:27	05:23 21:39	05:52 (2) 21:09	05:43 20:11	06:43 19:06	07:17 17:05	08:04 16:29
3	08:25 16:38	07:59 17:24	07:09 18:12	07:02 20:01	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:52 (2) 21:08	06:44 20:09	06:44 19:04	07:19 17:03	08:05 16:29
4	08:25 16:39	07:58 17:26	07:06 18:13	07:00 20:03	06:01 20:49	05:23 21:29	05:25 21:39	05:53 (2) 21:06	06:46 20:07	07:31 19:02	07:20 17:01	08:06 16:28
5	08:25 16:41	07:56 17:28	07:04 18:15	06:58 20:04	05:59 20:50	05:22 21:30	05:25 21:38	05:54 (2) 21:05	06:47 20:05	07:32 18:59	07:22 17:00	08:08 16:28
6	08:25 16:42	07:55 17:29	07:02 18:17	06:56 20:06	05:57 20:52	05:21 21:31	05:26 21:38	05:55 (2) 21:38	06:49 20:03	07:34 18:57	07:24 16:58	08:09 16:27
7	08:24 16:43	07:53 17:31	07:00 18:18	06:54 20:07	05:56 20:53	05:21 21:32	05:27 21:37	05:48 (2) 21:37	06:04 21:01	07:35 18:55	07:25 16:57	08:10 16:27
8	08:24 16:44	07:51 17:33	06:58 18:20	06:51 20:09	05:54 20:55	05:21 21:33	05:28 21:37	05:48 (2) 21:37	06:06 21:00	07:37 19:58	07:27 18:53	08:11 16:55
9	08:24 16:45	07:50 17:34	06:56 18:21	06:49 20:10	05:52 20:56	05:20 21:33	05:29 21:36	05:48 (2) 21:36	06:07 20:58	07:38 19:56	07:29 18:51	08:12 16:53
10	08:23 16:47	07:48 17:36	06:54 18:23	06:47 20:12	05:51 20:58	05:20 21:34	05:30 21:35	05:47 (2) 21:35	06:09 20:56	06:55 19:54	07:40 18:49	08:13 16:52
11	08:23 16:48	07:46 17:38	06:52 18:25	06:45 20:13	05:49 20:59	05:19 21:35	05:31 21:36	05:47 (2) 21:35	06:10 20:54	06:56 19:52	07:41 18:47	08:14 16:51
12	08:22 16:49	07:45 17:40	06:50 18:26	06:43 20:15	05:48 21:01	05:19 21:36	05:32 21:37	05:46 (2) 21:34	06:12 20:53	06:58 19:50	07:43 18:45	08:15 16:49
13	08:22 16:51	07:43 17:41	06:48 18:28	06:41 20:17	05:46 21:02	05:19 21:36	05:33 21:37	05:45 (2) 21:33	06:13 20:51	06:59 19:47	07:45 18:43	08:16 16:48
14	08:21 16:52	07:41 17:43	06:45 18:30	06:39 20:18	05:45 21:04	05:19 21:37	05:34 21:38	05:49 (2) 21:32	06:15 20:49	07:01 19:45	07:46 18:41	08:17 16:46
15	08:20 16:54	07:39 17:45	06:43 18:31	06:37 20:20	05:43 21:05	05:19 21:37	05:35 21:38	05:49 (2) 21:31	06:16 20:47	07:02 19:43	07:48 18:38	08:18 16:45
16	08:20 16:55	07:38 17:47	06:41 18:33	06:35 20:21	05:42 21:07	05:18 21:38	05:36 21:39	05:48 (2) 21:31	06:18 20:45	07:03 19:41	07:49 18:36	08:19 16:44
17	08:19 16:57	07:36 17:48	06:39 18:34	06:33 20:23	05:41 21:08	05:18 21:38	05:37 21:40	05:49 (2) 21:30	06:19 20:43	07:05 19:39	07:51 18:34	08:20 16:43
18	08:18 16:58	07:34 17:50	06:37 18:36	06:31 20:24	05:39 21:09	05:18 21:39	05:38 21:41	05:49 (2) 21:29	06:21 20:41	07:06 19:36	07:52 18:32	08:20 16:41
19	08:17 17:00	07:32 17:52	06:35 18:37	06:29 20:26	05:38 21:11	05:18 21:39	05:39 21:42	05:49 (2) 21:28	06:22 20:40	07:08 19:34	07:54 18:30	08:21 16:40
20	08:16 17:01	07:30 17:53	06:32 18:39	06:27 20:27	05:37 21:12	05:19 21:39	05:40 21:43	05:49 (2) 21:27	06:23 20:38	07:09 19:32	07:56 18:28	08:22 16:39
21	08:15 17:03	07:28 17:55	06:30 18:41	06:25 20:29	05:36 21:13	05:19 21:39	05:41 21:44	05:49 (2) 21:25	06:25 20:36	07:11 19:30	07:57 18:27	08:22 16:38
22	08:14 17:04	07:26 17:57	06:28 18:42	06:23 20:31	05:34 21:15	05:19 21:40	05:42 21:45	05:49 (2) 21:24	06:26 20:34	07:12 19:28	07:59 18:25	08:23 16:37
23	08:13 17:06	07:24 17:58	06:26 18:44	06:21 20:32	05:33 21:16	05:19 21:40	05:44 21:46	05:50 (2) 21:23	06:28 20:32	07:14 19:25	08:01 18:23	08:23 16:36
24	08:12 17:07	07:23 18:00	06:24 18:45	06:19 20:34	05:32 21:17	05:19 21:40	05:45 21:47	05:58 (3) 21:22	06:29 20:30	07:15 19:23	08:02 18:21	08:24 16:35
25	08:11 17:09	07:21 18:02	06:22 18:47	06:17 20:35	05:31 21:18	05:19 21:40	05:47 21:48	05:57 (3) 21:20	06:31 20:28	07:17 19:21	08:04 18:19	08:24 16:34
26	08:10 17:11	07:19 18:03	06:19 18:48	06:15 20:37	05:30 21:20	05:18 21:40	05:48 21:49	05:58 (2) 21:19	06:32 20:26	07:18 19:19	08:05 18:17	08:24 16:33
27	08:09 17:12	07:17 18:05	06:17 18:50	06:13 20:38	05:29 21:21	05:18 21:40	05:49 21:51	05:51 (2) 21:18	06:34 20:24	07:20 19:17	08:07 18:15	08:25 16:32
28	08:07 17:14	07:15 18:07	06:15 18:52	06:11 20:40	05:28 21:22	05:18 21:40	05:51 21:52	05:52 (2) 21:17	06:35 20:22	07:21 19:15	08:09 18:13	08:25 16:32
29	08:06 17:16	07:13 18:00	06:13 19:40	06:10 20:41	05:27 21:23	05:18 21:40	05:52 21:53	05:52 (2) 21:15	06:37 20:19	07:23 19:12	08:10 18:12	08:25 16:33
30	08:05 17:17	07:11 18:00	06:11 19:55	06:08 20:43	05:26 21:24	05:18 21:40	05:53 21:54	05:53 (2) 21:14	06:38 20:17	07:24 19:10	08:11 18:10	08:25 16:34
31	08:03 17:19	07:09 18:00	06:09 19:56	06:06 21:25	05:25 21:25	05:18 21:40	05:55 21:55	05:55 (2) 21:12	06:40 20:15	07:24 19:08	08:12 18:08	08:25 16:35
Stunden mit Sonnenschein	268	282	368	412	477	488	492	448	380	335	274	254
Summe, 'worst case'					34	174	66					

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang	(WKA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende
			(WKA mit letztem Schatten)

Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
07.06.2005 09:38 / 2

Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
07.06.2005 09:15/2.2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen Schatten Rezeptor: B - Kögernheim Nordost

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).
- Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:26 16:36	08:02 17:21	07:13 18:08	07:06 19:58	08:06 20:44	05:25 21:26	05:55 (1) 05:23 06:05 (1) 21:39	05:56 21:11	08:41 20:13	07:28 19:08	07:15 17:06	08:02 16:30
2	08:25 16:37	08:01 17:23	07:11 18:10	07:04 19:59	08:04 20:46	05:24 21:27	05:57 (1) 05:23 06:05 (1) 21:39	05:57 21:09	06:26 (3) 20:11	08:43 19:06	07:17 17:05	08:04 16:29
3	08:25 16:38	07:59 17:24	07:09 18:12	07:02 20:01	08:02 20:47	05:23 21:28	05:58 (1) 05:24 06:04 (1) 21:39	05:59 21:08	06:26 (3) 20:09	08:44 19:04	07:19 17:03	08:05 16:29
4	08:25 16:39	07:58 17:26	07:06 18:13	07:00 20:03	08:01 20:49	05:23 21:29	05:58 (1) 05:25 06:04 (1) 21:39	06:05 (1) 21:06	06:27 (3) 20:07	08:46 19:02	07:31 17:01	08:06 16:28
5	08:25 16:41	07:56 17:28	07:04 18:13	06:58 20:04	05:59 20:50	05:22 21:30	05:57 (1) 05:25 06:05 (1) 21:38	06:04 (1) 21:05	06:28 (3) 20:05	08:47 18:59	07:32 17:00	08:08 16:28
6	08:25 16:42	07:55 17:29	07:02 18:17	06:56 20:06	05:57 20:52	05:21 21:31	05:59 (1) 05:26 06:05 (1) 21:38	06:05 (1) 21:03	06:29 (3) 20:03	08:49 18:57	07:34 16:58	08:09 16:27
7	08:25 16:43	07:53 17:31	07:00 18:18	06:54 20:07	05:56 20:53	05:21 21:32	05:58 (1) 05:27 06:04 (1) 21:37	06:03 (1) 21:01	06:28 (3) 20:00	08:47 18:55	07:32 16:57	08:10 16:27
8	08:24 16:44	07:51 17:33	06:58 18:20	06:51 20:09	05:54 20:55	05:21 21:33	06:00 (1) 05:28 06:04 (1) 21:37	06:04 (1) 21:00	06:29 (3) 20:07	08:49 18:53	07:34 16:55	08:11 16:27
9	08:24 16:45	07:50 17:35	06:56 18:21	06:49 20:10	05:53 20:56	05:20 21:34	06:00 (1) 05:29 06:04 (1) 21:36	06:03 (1) 20:58	06:29 (3) 20:09	08:50 18:51	07:35 16:53	08:12 16:27
10	08:23 16:47	07:48 17:36	06:54 18:23	06:47 20:12	05:51 20:58	05:19 21:35	06:15 (3) 05:20 06:21 (3) 21:34	06:04 (1) 20:56	06:29 (3) 20:08	08:51 18:49	07:36 16:52	08:13 16:26
11	08:23 16:48	07:46 17:38	06:52 18:25	06:45 20:13	05:49 20:59	05:19 21:36	06:16 (3) 05:19 06:22 (3) 21:35	06:05 (1) 20:54	06:29 (3) 20:04	08:52 18:47	07:37 16:51	08:14 16:26
12	08:22 16:49	07:45 17:40	06:50 18:26	06:43 20:15	05:48 21:01	05:19 21:36	06:17 (3) 05:19 06:23 (3) 21:36	06:06 (1) 20:53	06:29 (3) 20:05	08:53 18:45	07:38 16:49	08:15 16:26
13	08:22 16:51	07:43 17:41	06:48 18:28	06:41 20:17	05:46 21:02	05:19 21:37	06:11 (2) 05:19 06:15 (2) 21:36	06:05 (1) 20:51	06:29 (3) 20:06	08:54 18:43	07:39 16:48	08:16 16:26
14	08:21 16:52	07:41 17:43	06:45 18:30	06:39 20:18	05:45 21:04	05:19 21:38	06:09 (2) 05:19 06:13 (2) 21:37	06:04 (1) 20:49	06:29 (3) 20:07	08:55 18:41	07:40 16:46	08:17 16:26
15	08:20 16:54	07:39 17:45	06:43 18:31	06:37 20:20	05:43 21:05	05:19 21:39	06:08 (2) 05:19 06:14 (2) 21:37	06:05 (1) 20:47	06:29 (3) 20:07	08:56 18:38	07:41 16:45	08:18 16:26
16	08:20 16:55	07:38 17:47	06:41 18:33	06:35 20:21	05:42 21:07	05:18 21:40	06:09 (2) 05:18 06:15 (2) 21:38	06:06 (1) 20:45	06:29 (3) 20:07	08:57 18:36	07:42 16:44	08:19 16:27
17	08:19 16:57	07:36 17:48	06:39 18:34	06:33 20:23	05:41 21:08	05:18 21:40	06:08 (2) 05:18 06:14 (2) 21:38	06:07 (1) 20:43	06:29 (3) 20:06	08:58 18:34	07:43 16:43	08:20 16:27
18	08:18 16:58	07:34 17:50	06:37 18:36	06:31 20:24	05:39 21:09	05:18 21:41	06:08 (2) 05:18 06:14 (2) 21:39	06:08 (1) 20:41	06:29 (3) 20:07	08:59 18:32	07:44 16:41	08:21 16:27
19	08:17 17:00	07:32 17:52	06:35 18:37	06:29 20:26	05:38 21:11	05:18 21:41	06:09 (2) 05:18 06:13 (2) 21:39	06:09 (1) 20:40	06:29 (3) 20:09	09:00 18:30	07:45 16:40	08:22 16:27
20	08:16 17:01	07:30 17:53	06:32 18:39	06:27 20:27	05:37 21:12	05:19 21:42	06:13 (2) 05:19 06:19 (2) 21:39	06:10 (1) 20:38	06:29 (3) 20:11	09:01 18:28	07:46 16:39	08:23 16:28
21	08:15 17:03	07:28 17:55	06:30 18:41	06:25 20:29	05:36 21:13	05:19 21:43	06:19 (2) 05:19 06:25 (2) 21:39	06:11 (1) 20:36	06:29 (3) 20:12	09:02 18:25	07:47 16:38	08:24 16:28
22	08:14 17:04	07:26 17:56	06:28 18:42	06:23 20:31	05:34 21:15	05:19 21:44	06:26 (2) 05:19 06:32 (2) 21:39	06:12 (1) 20:34	06:29 (3) 20:13	09:03 18:23	07:49 16:37	08:25 16:29
23	08:13 17:06	07:25 17:58	06:26 18:44	06:21 20:32	05:33 21:16	05:19 21:45	06:33 (2) 05:19 06:39 (2) 21:39	06:13 (1) 20:32	06:29 (3) 20:14	09:04 18:21	07:51 16:36	08:26 16:29
24	08:12 17:07	07:23 18:00	06:24 18:45	06:19 20:34	05:32 21:17	05:19 21:46	06:40 (2) 05:19 06:46 (2) 21:39	06:14 (1) 20:30	06:29 (3) 20:15	09:05 18:19	07:52 16:35	08:27 16:30
25	08:11 17:09	07:21 18:02	06:22 18:47	06:17 20:35	05:31 21:18	05:20 21:47	06:47 (2) 05:20 06:53 (2) 21:39	06:15 (1) 20:28	06:29 (3) 20:16	09:06 18:17	07:54 16:34	08:28 16:30
26	08:10 17:11	07:19 18:03	06:19 18:49	06:15 20:37	05:30 21:20	05:20 21:48	06:54 (1) 05:20 06:02 (1) 21:40	06:16 (2) 20:26	06:29 (3) 20:17	09:07 18:15	07:55 16:33	08:29 16:31
27	08:09 17:12	07:17 18:05	06:17 18:50	06:13 20:38	05:29 21:21	05:20 21:49	05:57 (1) 05:21 06:03 (1) 21:40	06:17 (2) 20:24	06:29 (3) 20:18	09:08 18:13	07:57 16:32	08:30 16:32
28	08:07 17:14	07:15 18:07	06:15 18:52	06:11 20:40	05:28 21:22	05:21 21:50	05:56 (1) 05:21 06:02 (1) 21:40	06:18 (2) 20:22	06:29 (3) 20:19	09:09 18:12	07:58 16:31	08:31 16:33
29	08:06 17:16	07:13 18:03	06:12 18:53	06:10 20:41	05:27 21:23	05:21 21:51	05:58 (1) 05:21 06:04 (1) 21:40	06:19 (2) 20:22	06:29 (3) 20:20	09:10 18:11	07:59 16:30	08:32 16:34
30	08:05 17:17	07:11 18:05	06:08 18:56	06:08 20:43	05:26 21:24	05:22 21:52	05:57 (1) 05:22 06:05 (1) 21:40	06:20 (2) 20:19	06:29 (3) 20:21	09:11 18:10	08:00 16:29	08:33 16:35
31	08:03 17:19	07:09 18:06	05:59 18:56	05:26 20:44	05:25 21:25	05:23 21:53	05:56 (1) 05:23 06:04 (1) 21:40	06:21 (2) 20:17	06:29 (3) 20:22	09:12 18:09	08:01 16:28	08:34 16:36
Stunden mit Sonnenschein	288	282	368	412	477	488	492	448	380	335	274	254
Summe, 'worst case'					94	60	132	16				

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende	(WKA mit erstem Schatten)	(WKA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------	----------------------------

Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
07.06.2005 09:38 / 3

Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
07.06.2005 09:15/2.2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen Schatten Rezeptor: C - Selzen Südost

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).

Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).

Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mal	Jun	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember			
1	08:26 16:36	09:26 (1) 09:32 (1)	08:02 17:21	08:41 (2) 08:49 (2)	07:13 18:08	07:06 19:58	06:06 20:44	05:25 21:26	05:23 21:40	05:56 21:11	06:41 20:13	07:26 19:08	07:15 17:06	07:44 (3) 07:48 (3)	08:02 16:30
2	08:25 16:37	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:11 18:10	07:04 19:59	06:04 20:46	05:24 21:27	05:23 21:39	05:24 21:09	05:59 20:11	06:44 19:06	07:29 17:05	07:48 (3) 07:48 (3)	08:04 16:29
3	08:25 16:38	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
4	08:25 16:39	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
5	08:25 16:40	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
6	08:25 16:42	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
7	08:25 16:43	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
8	08:24 16:44	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
9	08:24 16:45	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
10	08:23 16:47	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
11	08:23 16:48	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
12	08:22 16:49	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
13	08:22 16:51	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
14	08:21 16:52	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
15	08:20 16:54	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
16	08:20 16:55	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
17	08:19 16:56	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
18	08:18 16:58	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
19	08:17 17:00	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
20	08:16 17:01	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
21	08:15 17:03	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
22	08:14 17:04	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
23	08:13 17:06	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
24	08:12 17:07	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
25	08:11 17:09	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
26	08:10 17:11	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
27	08:09 17:12	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
28	08:07 17:14	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
29	08:06 17:16	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
30	08:05 17:17	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
31	08:03 17:19	09:28 (1) 09:32 (1)	08:01 17:22	08:41 (2) 08:49 (2)	07:08 18:12	07:02 19:59	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:24 21:08	05:59 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:48 (3) 07:48 (3)	08:05 16:29
Stunden mit Sonnenschein	268	282	60	368	412	477	488	492	448	380	335	34	273	64	190
Summe, 'worst case'	50	60	368	412	477	488	492	448	380	335	34	273	64	190	

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang	(WKA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende
			(WKA mit letztem Schatten)

Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
07.06.2005 09:38 / 4

Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
07.06.2005 09:15/2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen Schatten Rezeptor: D - Kaserne West

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).
- Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:25 16:36	08:02 17:21	07:12 18:08	07:06 19:58	06:06 20:44	05:25 21:26	20:45 (1) 21:39	05:22 21:11	05:56 20:13	06:41 19:08	07:26 17:06	07:15 16:30
2	08:25 16:37	08:00 17:22	07:10 18:10	07:04 19:59	06:04 20:46	05:24 21:27	20:47 (1) 21:39	05:23 21:09	05:57 20:11	06:43 19:06	07:27 17:04	08:04 16:29
3	08:25 16:38	07:59 17:24	07:08 18:12	07:02 20:01	06:02 20:47	05:23 21:28	05:24 21:39	05:59 21:08	06:44 20:09	07:29 19:04	07:18 17:03	08:05 16:29
4	08:25 16:39	07:57 17:26	07:06 18:13	07:00 20:02	06:01 20:49	05:23 21:29	05:24 21:38	06:00 21:06	06:46 20:07	07:30 19:01	07:20 17:01	08:06 16:28
5	08:25 16:40	07:56 17:28	07:04 18:15	06:58 20:04	05:59 20:50	05:22 21:30	05:25 21:38	06:01 21:04	06:47 20:05	07:32 18:59	07:22 17:00	08:07 16:28
6	08:25 16:42	07:54 17:29	07:02 18:16	06:56 20:06	05:57 20:52	05:21 21:31	05:26 21:38	06:03 21:03	06:49 20:02	07:34 18:57	07:23 16:58	08:09 16:27
7	08:24 16:43	07:53 17:31	07:00 18:18	06:53 20:07	05:56 20:53	05:21 21:32	05:27 21:37	06:04 21:01	06:50 20:00	07:35 18:55	07:25 16:56	08:10 16:27
8	08:24 16:44	07:51 17:33	06:58 18:20	06:51 20:09	05:54 20:55	05:20 21:33	05:28 21:36	06:06 20:59	06:52 19:58	07:37 18:53	07:27 16:55	08:11 16:27
9	08:24 16:45	07:50 17:34	06:56 18:21	06:49 20:10	05:52 20:56	05:20 21:33	05:29 21:36	06:07 20:58	06:53 19:56	07:38 18:51	07:28 16:53	08:12 16:26
10	08:23 16:47	07:48 17:36	06:54 18:23	06:47 20:12	05:51 20:58	05:20 21:34	05:29 21:35	06:09 20:55 (1)	06:54 19:54	07:40 18:49	07:30 16:52	08:13 16:26
11	08:23 16:48	07:46 17:38	06:52 18:25	06:45 20:13	05:49 20:59	05:19 21:35	05:30 21:35	06:10 20:59 (1)	06:56 19:52	07:41 18:47	07:32 16:50	08:14 16:26
12	08:22 16:49	07:45 17:40	06:50 18:26	06:43 20:15	05:48 21:01	05:19 21:35	05:31 21:34	06:12 20:54 (1)	06:57 19:49	07:43 18:45	07:33 16:49	08:15 16:26
13	08:22 16:51	07:43 17:41	06:47 18:28	06:41 20:16	05:46 21:02	05:19 21:36	05:32 21:33	06:13 20:51 (1)	06:59 19:47	07:44 18:42	07:35 16:48	08:16 16:26
14	08:21 16:52	07:41 17:43	06:45 18:29	06:39 20:18	05:45 21:04	05:19 21:37	05:33 21:32	06:15 20:54 (1)	07:00 19:45	07:46 18:40	07:37 16:46	08:17 16:26
15	08:20 16:53	07:39 17:45	06:43 18:31	06:37 20:20	05:43 21:05	05:18 21:37	05:35 21:31	06:16 20:52 (1)	07:02 19:43	07:48 18:38	07:38 16:45	08:18 16:26
16	08:19 16:55	07:38 17:46	06:41 18:33	06:35 20:21	05:42 21:06	05:18 21:38	05:36 21:30	06:17 20:58 (1)	07:03 19:41	07:49 18:36	07:40 16:44	08:19 16:26
17	08:19 16:56	07:36 17:48	06:39 18:34	06:33 20:23	05:41 21:08	05:18 21:38	05:37 21:29	06:19 20:52 (1)	07:05 19:39	07:51 18:34	07:41 16:42	08:20 16:27
18	08:18 16:58	07:34 17:50	06:37 18:36	06:31 20:24	05:39 21:09	05:18 21:38	05:38 21:29	06:20 20:51 (1)	07:06 19:36	07:52 18:32	07:43 16:41	08:20 16:27
19	08:17 16:59	07:32 17:51	06:34 18:37	06:29 20:26	05:38 21:10	05:18 21:39	05:39 21:27	06:22 20:39	07:08 19:34	07:54 18:30	07:45 16:40	08:21 16:27
20	08:16 17:01	07:30 17:53	06:32 18:39	06:27 20:27	05:37 21:12	05:18 21:39	05:40 21:26	06:23 20:58 (1)	07:09 19:32	07:56 18:28	07:46 16:39	08:22 16:28
21	08:15 17:03	07:28 17:55	06:30 18:41	06:25 20:29	05:35 21:13	05:19 21:39	05:41 21:25	06:25 20:53 (1)	07:11 19:30	07:57 18:26	07:48 16:38	08:22 16:28
22	08:14 17:04	07:26 17:57	06:28 18:42	06:23 20:30	05:34 21:14	05:19 21:40	05:43 21:24	06:26 20:34	07:12 19:28	07:59 18:24	07:49 16:37	08:23 16:28
23	08:13 17:06	07:24 17:58	06:26 18:44	06:21 20:32	05:33 21:16	05:19 21:40	05:44 21:23	06:28 20:32	07:14 19:25	08:00 18:23	07:51 16:36	08:23 16:29
24	08:12 17:07	07:22 18:00	06:24 18:45	06:19 20:34	05:32 21:17	05:19 21:40	05:45 21:22	06:29 20:30	07:15 19:23	08:02 18:21	07:52 16:35	08:24 16:30
25	08:11 17:09	07:20 18:02	06:21 18:47	06:17 20:35	05:31 21:18	05:19 21:40	05:46 21:20	06:31 20:28	07:17 19:21	07:04 17:19	07:54 16:34	08:24 16:30
26	08:10 17:11	07:18 18:03	06:19 18:48	06:15 20:37	05:30 21:19	05:19 21:40	05:48 21:19	06:32 20:26	07:18 19:19	07:05 17:17	07:55 16:33	08:24 16:31
27	08:08 17:12	07:16 18:05	06:17 18:50	06:13 20:38	05:29 21:21	05:19 21:40	05:49 21:18	06:34 20:23	07:20 19:17	07:07 17:15	07:57 16:32	08:25 16:32
28	08:07 17:14	07:14 18:07	06:15 18:52	06:11 20:40	05:28 21:22	05:19 21:40	05:50 21:16	06:35 20:21	07:21 19:14	07:09 17:13	07:58 16:32	08:25 16:32
29	08:06 17:16	07:13 19:53	06:10 20:41	06:05 21:23	05:27 21:23	05:19 21:40	05:52 21:15	06:37 20:19	07:23 19:12	07:10 17:11	08:00 16:31	08:25 16:33
30	08:05 17:17	07:11 19:55	06:08 20:43	06:06 21:24	05:26 21:24	05:19 21:40	05:53 21:14	06:38 20:17	07:24 19:10	07:12 17:10	08:01 16:30	08:25 16:34
31	08:03 17:19	07:08 19:56	06:08 21:25	06:05 21:25	05:25 21:25	05:19 21:40	05:54 21:12	06:40 20:15	07:14 17:08	07:14 16:30	08:25 16:35	08:25 16:35
Stunden mit Sonnenschein	268	282	368	412	477	488	492	448	380	335	274	254
Summe, 'worst case'					58	10	70					

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang	(WKA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende
			(WKA mit letztem Schatten)

Projekt:
Selzen

Ausdruck/Selle
07.06.2005 09:38 / 1

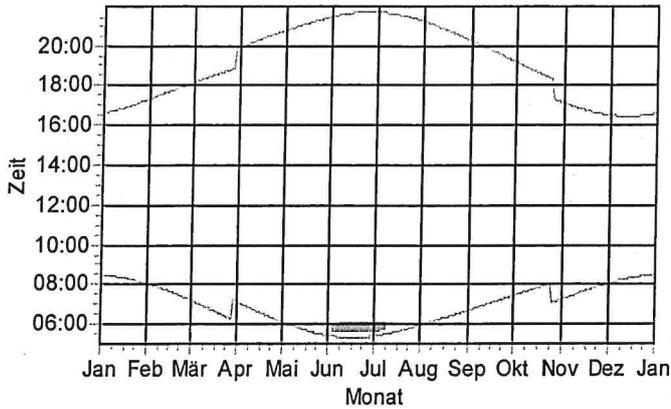
Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
07.06.2005 09:15/2.2.1.12

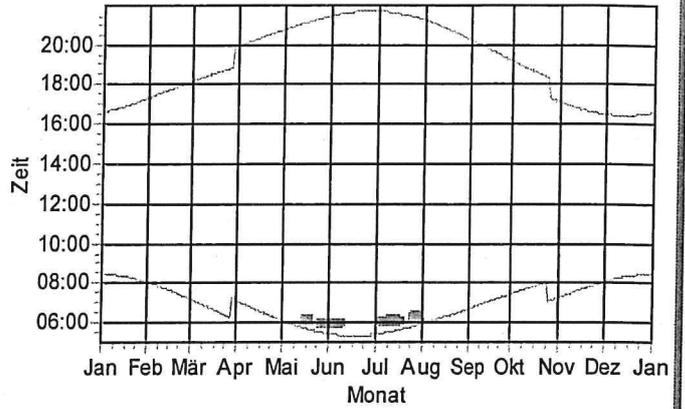
SHADOW - Kalender, Graphisch

Berechnung: Selzen

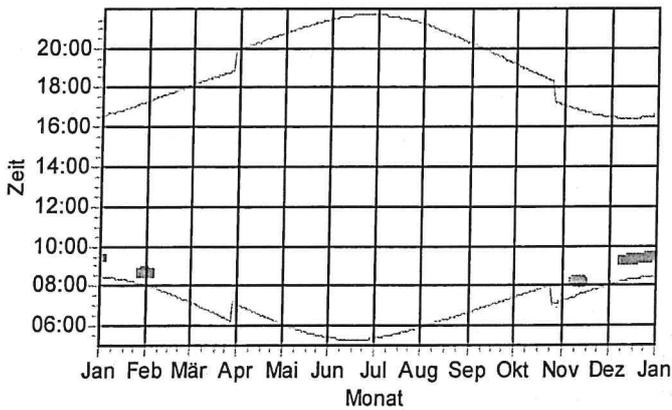
Köngernheim Ost



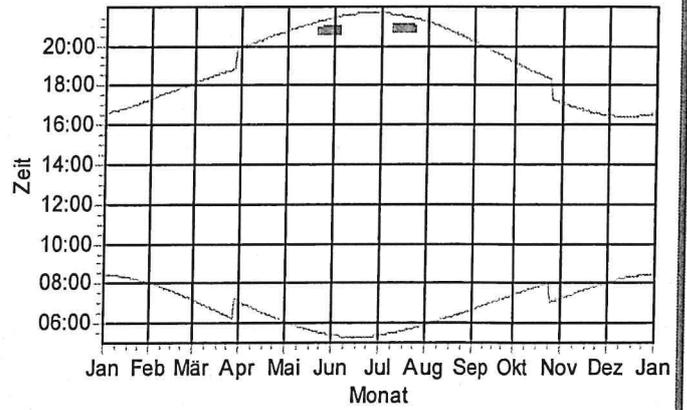
Köngernheim Nordost



Selzen Südost



Kaserne West



WKA



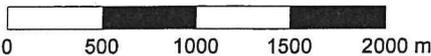
Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
07.06.2005 09:38 / 1
Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
07.06.2005 09:15/2.2.1.12

SHADOW - Selzen

Berechnung: Selzen Datei: Selzen.bmi

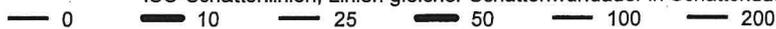


Karte: Selzen, Druckmaßstab 1:40.000, Kartenzentrum GK Zone: 3 Ost: 3.447.807 Nord: 5.524.405

Neue WKA

Schatten Rezeptor

ISO-Schattenlinien, Linien gleicher Schattenwurfdauer in Schattendauer in Stunden pro Jahr. 'worst case'-Berechnung.



**Schalltechn. Ingenieurbüro
für Gewerbe-, Freizeit-
und Verkehrslärm**



Paul Pies

*Dipl. Ing.
Von der Industrie- und Handelskammer zu Koblenz
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Gewerbe-, Freizeit- und Verkehrslärm
Benannte Meßstelle nach §§26, 28 BImSchG.*

Dipl. Ing. Paul Pies Birkenstr. 34 56154 Boppard

**Windkraftplanungsbüro Wahl
z. Hd. Herrn Torsten Szielasko
Maulbeerweg**

67245 Lamsheim

*Büro: Birkenstr. 34
56154 Boppard-Buchholz
Telefon: 06742 / 2299
Telefax: 06742 / 3742
E-Mail: info@schallschutz-pies.de*

*Büro: Buchenstr. 13
56154 Boppard-Buchholz
Telefon: 06742 / 921133
Telefax: 06742 / 921135
Auto-Tel: 0171 7782812
E-Mail: pies@schallschutz-pies.de*

Ihr Zeichen

13040 / 0708

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen

wo-rot

☎ 06742 / 921764

✉ wons@schallschutz-pies.de

Datum

03.07.2008

Geplante Windenergieanlagen in der Gemeinde Selzen

-Nachtrag; Errichtung von 2 Anlagen auf der benachbarten Gemarkung von Köngernheim-

Sehr geehrter Herr Szielasko,

auf der Gemarkung der Ortsgemeinde Selzen werden 3 Windenergieanlagen der Firma Enercon vom Typ E48 mit einer Anlagennennleistung von je 800 KW und einer Nabenhöhe von 75,6 m betrieben. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens erfolgte durch unser Büro eine schalltechnische Untersuchung zu diesen Anlagen. Die Ergebnisse sind in einem Gutachten vom 24.01.2003 (Auftrag-Nr. 10701 / 0103) sowie in einem Nachtrag zum Gutachten vom 18.03.2005 (Auftrag-Nr. 11650 / 0305) wiedergegeben.

Aktuelle Planungen sehen vor, auf der benachbarten Gemarkung der Ortsgemeinde Köngernheim zwei weitere Windenergieanlagen zu errichten und zu betreiben. Geplant ist die Errichtung von zwei Anlagen ebenfalls von der Firma Enercon, jedoch vom Typ E53 mit einer Nabenhöhe von 73,25 m und einer Nennleistung von 800 kW.

Die Standorte der bestehenden, als auch geplanten Anlagen können dem Lageplan im Anhang 1 zum Nachtrag entnommen werden.

Aufgrund der Neuplanung sind die zu erwartenden Geräuschimmissionen im Rahmen einer Nachtragsuntersuchung zu ermitteln.

Hinsichtlich der Emissionsdaten liegen zum Anlagentyp E48 zwischenzeitlich 3 Vermessungen gemäß den geltenden Richtlinien vor. Hiernach beträgt der immissionsrelevante mittlere Schalleistungspegel $L_W = 101,8 \text{ dB(A)}$. Der geplante Anlagentyp E53 ist nur einfach vermessen, wobei ein Schalleistungspegel von $L_W = 100,9 \text{ dB(A)}$ festgestellt wurde.

Beide Anlagen weisen gemäß den vorliegenden Berichten keine immissionsrelevanten Ton- und Impulshaltigkeiten auf.

Zusammenfassungen der Vermessungen können dem Anhang 2 zum Nachtrag entnommen werden.

Nach der gültigen Rechtsprechung ist im Zusammenhang mit der Planung von Windenergieanlagen eine Immissionsprognose auf der sicheren Seite zu erstellen. Das heißt, es sind Sicherheitszuschläge zu beachten. Diese berechnen sich nach dem folgenden Verfahren:

Bei Windenergieanlagen bestimmen folgende Faktoren den Zuschlag:

- Ungenauigkeit der Schallemissions-Vermessung der WEA (σ_R)
- Serienstreuung der WEA (σ_P)
- prinzipielle Unsicherheit des der Ausbreitungsberechnung zugrunde liegenden Prognosemodelles (σ_{Prog})

Dabei sind:

$$\sigma_{\text{Prog}} = 1,5 \text{ dB(A)}$$

$$\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$$

$$\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}, \text{ wenn die WEA gemäß DIN 61400-11 vermessen wird}$$

sonst

σ_R = Ungenauigkeit, die im Vermessungsbericht durch das Messinstitut an gegeben

$\sigma_R = 3 \text{ dB(A)}$ bei nicht vermessenen WEA

Die Gesamtunsicherheit der Schallimmissionsprognose berechnet sind dann:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_p^2 + \sigma_{\text{prog}}^2}$$

In einer statistischen Betrachtung ergibt sich die obere Vertrauensbereichsgrenze L_o :

$$L_o = L_r + 1,28 \sigma_{\text{ges}}$$

mit

$L_r = \text{Beurteilungspegel}$

Der Richtwert nach TA Lärm gilt als eingehalten, wenn L_o unter dem Richtwert nach TA Lärm liegt.

Zur Bestimmung des Sicherheitszuschlages für die Serienstreuung einer 3-fach vermessenen Windenergieanlage wird der Arbeitsentwurf der EN 50376 „Declaration of sound power level and tonality values of wind turbine“ herangezogen.

Danach soll man zur Bestimmung der Produktionsstreuung aus der Mehrfachmessung des Schalleistungspegels folgende Abschätzung für σ_P anwenden:

$$\sigma_P = S$$

Die Standardabweichung s berechnet sich nach EN 50376 wie folgt:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{Wi} - \bar{L}_W)^2}$$

mit

$$\bar{L}_W = \sum_{i=1}^n \frac{L_{Wi}}{n}$$

Für die Gesamtunsicherheit der Prognoserechnung ergibt sich dann:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_R^2 + S^2 + \sigma_{\text{prog}}^2}$$

Bei den vorangegangenen Untersuchungen erfolgte die Ermittlung der Zuschläge nach einem statistischen Verfahren unter Berücksichtigung des Fehlerfortpflanzungsgesetzes. Dieses wurde zugunsten der Betroffenen durch das o. b. Verfahren ersetzt.

Für die Messunsicherheit wurde zur Berücksichtigung des Sicherheitszuschlages eine Standardabweichung $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ angesetzt. Dieser Wert wurde im Rahmen von Ringversuchen ermittelt. Die Standardabweichung für das Prognosemodell beträgt $\sigma_{\text{Prog}} = 1,5 \text{ dB(A)}$ und leitet sich aus der in der DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“ angegebenen Abweichung für höherliegende Quellen ab. Aus den 3 Vermessungen errechnet sich die Produktionsstandardabweichung (Serienstreuung) σ_P . Diese beträgt für den Anlagentyp E48 $\sigma_P = 0,6 \text{ dB(A)}$. Für den Anlagentyp E53 beträgt $\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$ da dieser nur einfach vermessen ist.

Aus den o. b. Standardabweichungen berechnen sich folgende Zuschläge K :

$$E48 \quad K = 2,2 \text{ dB(A)}$$

$$E53 \quad K = 2,5 \text{ dB(A)}$$

Die o. a. Werte wurden unmittelbar emissionsseitig in die Berechnung eingestellt, sodass die Beurteilungspegel diese bereits enthalten.

Die Berechnung wurde gemäß der TA Lärm unterteilt in die:

- Ermittlung der Zusatzbelastung
- Ermittlung der Vorbelastung
- Ermittlung der Gesamtbelastung

Bezüglich der Immissionspunkte ergeben sich gegenüber der vorangegangenen Untersuchung keine Veränderungen. Diese sind im Lageplan im Anhang 1 gekennzeichnet.

Davon ausgehend, dass die geplanten Anlagen kontinuierlich unter Nennleistungsbedingungen betrieben werden, errechnen sich folgende Beurteilungspegel für die Vorbelastung:

Tabelle 1

Zusatzbelastung

IP	Bezeichnung IP	Beurteilungspegel L_r in dB(A)		Immissionsrichtwert in dB(A)	
		Tag*	Nacht	Tag	Nacht
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	33	30	55	40
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Köngernheim	32	28	50	35
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Köngernheim	33	29	55	40
4	Wohnblock auf dem Kasemengelände	37	37	60	45

* sonn- und feiertags

Die detaillierte Ausbreitungsberechnung kann dem Anhang 3 zum Nachtrag entnommen werden.

Der Anhang 4 zeigt das Berechnungsergebnis einer flächenhaften Berechnung für die aus schalltechnischer Sicht ungünstigste „lauteste“ Nachtstunde. Das Ergebnis ist farblich in Form einer Rasterlärmkarte wiedergegeben.

Wie die Berechnungsergebnisse zeigen, werden an allen Immissionspunkten die jeweils geltenden Immissionsrichtwerte deutlich unterschritten. Da die Unterschreitungen ≥ 6 dB(A) betragen, könnte grundsätzlich auf eine Betrachtung einer Vorbelastung verzichtet werden (Einhaltung des Irrelevanzkriteriums) und das Planungsvorhaben wäre im Sinne der TA Lärm genehmigungsfähig.

Aufgrund der Problematik im Zusammenhang mit Windkraftanlagen durch die schrittweise Vergrößerung eines Windparks wurde dennoch eine Betrachtung der Vor- und Gesamtbelastung gemäß der TA Lärm durchgeführt.

So ergab die Vorbelastung unter den neuen Rahmenbedingungen (Schalleistungspegel und Zuschläge) folgende Beurteilungspegel:

Tabelle 2

Vorbelastung

IP	Bezeichnung IP	Beurteilungspegel L_r in dB(A)		Immissionsrichtwert in dB(A)	
		Tag*	Nacht	Tag	Nacht
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	38	35	55	40
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Königernheim	33	30	50	35
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Königernheim	34	31	55	40
4	Wohnblock auf dem Kasemengelände	37	37	60	45

* sonn- und feiertags

Die Ausbreitungsberechnung für die Vorbelastung ist dem Anhang 5 und 6 zu entnehmen.

In Überlagerung der Zusatz- und Vorbelastung ergeben sich für die Gesamtbelastung folgende Pegel:

Tabelle 3

Gesamtbelastung

IP	Bezeichnung IP	Beurteilungspegel L_r in dB(A)		Immissionsricht- wert in dB(A)	
		Tag*	Nacht	Tag	Nacht
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	39	36	55	40
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Köngernheim	36	32	50	35
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Köngernheim	37	33	55	40
4	Wohnblock auf dem Kasemengelände	40	40	60	45

* sonn- und feiertags

Die detaillierte Ausbreitungsberechnung gibt der Anhang 7 und 8 wieder.

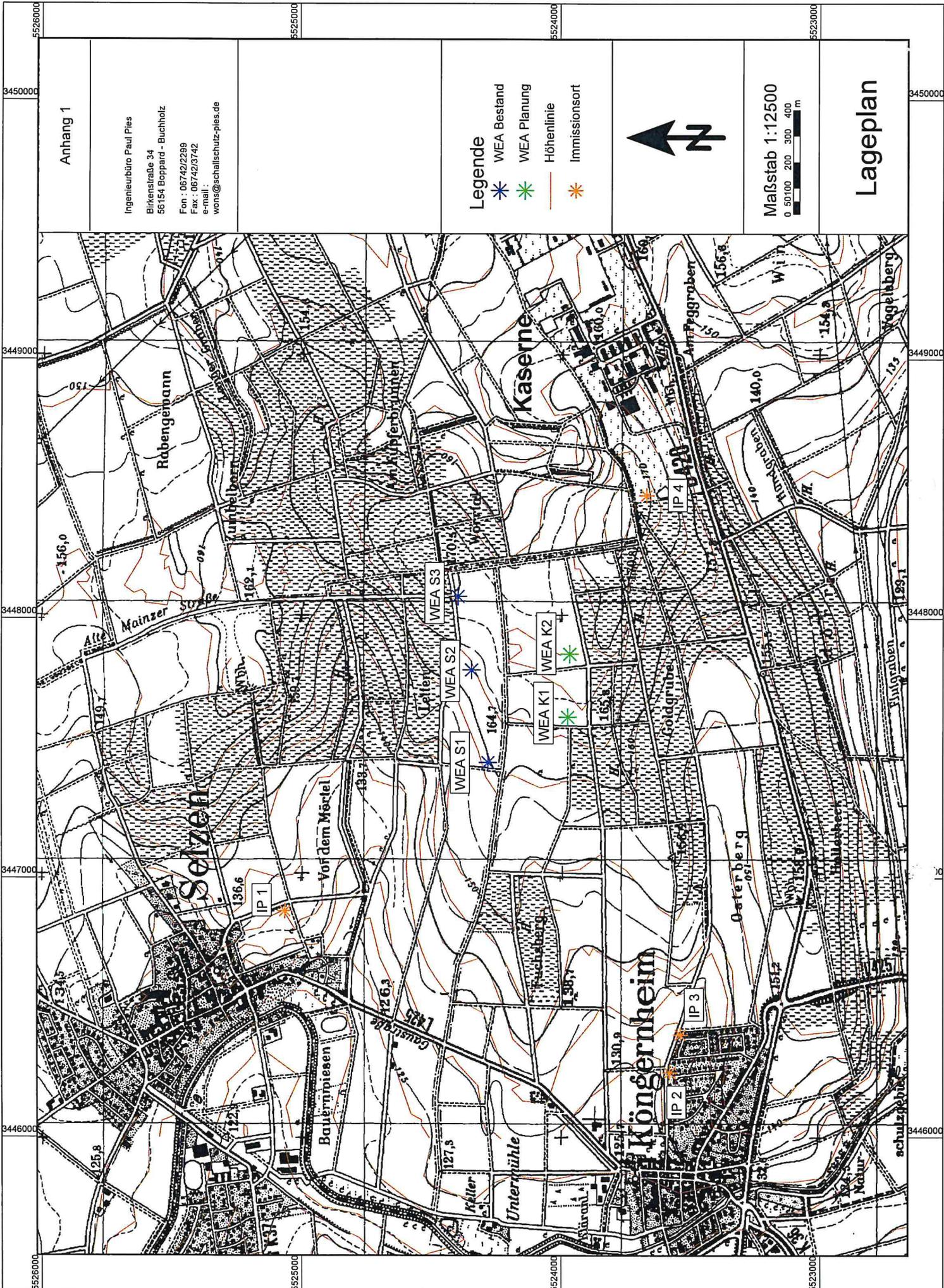
Wie die Berechnungsergebnisse auch für die Gesamtbelastung zeigen, wird an allen, aus schalltechnischer Sicht, ungünstigst gelegenen Wohnhäusern der jeweils geltende Immissionsrichtwert gemäß der TA Lärm unterschritten.

Somit ist die Errichtung der beiden geplanten Anlagen der Firma Enercon vom Typ E53 im Sinne der TA Lärm aus schalltechnischer Sicht umsetzbar.

Sollten sich noch Rückfragen ergeben, stehe ich Ihnen für Auskünfte jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Anlage
Rechnung



Anhang 1

Ingenieurbüro Paul Pies
 Birkenstraße 34
 56154 Boppard - Buchholz
 Fon : 06742/2299
 Fax : 06742/3742
 e-mail :
 wons@schallschutz-pies.de

Legende

- WEA Bestand
- WEA Planung
- Höhenlinie
- Immissionsort



Maßstab 1:12500



Lageplan

MÜLLER-BBM

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen							
entsprechend Anhang D von [1]							
Seite 1/2							
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der "Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen" [1] besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [2] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.							
Anlagendaten							
Hersteller	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurlich		Anlagenbezeichnung	E-48			
			Nennleistung	800 kW			
			Nabenhöhe	50 m			
			Rotordurchmesser	48 m			
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.					
		1	2	3	4	5	6
Seriennummer		48087	48156	48184			
Standort		Holtriem	Drensteinfurt	Landesbergen			
vermess. Nabenhöhe (m)		76	76	76			
Messinstitut		Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM			
Prüfbericht		439SEC04/06	29349-1.003	M64 550/7			
Datum		20.01.2006	16.03.2006	12.12.2006			
Getriebetyp		---	---	---			
Generatortyp		E-48	E-48	E-48			
Rotorblatttyp		E48/1	E48/1	E48/1			
Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: berechnete Leistungskurve)							
Schalleistungspegel							
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WAP} 95\% \text{ Pränorm}$
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$L_{WAP}^{[3]}$	95,5 dB(A)	99,5 dB(A)	101,0 dB(A)	101,7 dB(A)	102,1 dB(A)	101,9 dB(A)
2	$L_{WAP}^{[4]}$	96,2 dB(A)	99,4 dB(A)	100,9 dB(A)	101,2 dB(A)	100,6 dB(A)	101,1 dB(A)
3	$L_{WAP}^{[5]}$	98,8 dB(A)	99,9 dB(A)	101,8 dB(A)	102,4 dB(A)	101,6 dB(A)	102,2 dB(A)
Mittelwert L_W		97,2 dB(A)	99,6 dB(A)	101,2 dB(A)	101,8 dB(A)	101,4 dB(A)	101,7 dB(A)
Standardabweichung s		1,4 dB(A)	0,2 dB(A)	0,5 dB(A)	0,6 dB(A)	0,8 dB(A)	0,6 dB(A)
K nach [2] $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ [6]		2,8 dB(A)	1,0 dB(A)	1,4 dB(A)	1,5 dB(A)	1,7 dB(A)	1,4 dB(A)
Schallemissionsparameter: Zuschläge							
Tonzuschlag							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	K_{TH}	---	---	---	---	---	
2	K_{TH}	---	---	---	---	---	
3	K_{TH}	---	---	---	---	---	
Mittelwert K_{TH}		---	---	---	---	---	
Impulzzuschlag							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	K_{BI}	---	---	---	---	---	
2	K_{BI}	---	---	---	---	---	
3	K_{BI}	---	---	---	---	---	
Mittelwert K_{BI}		---	---	---	---	---	

MÜLLER-BBM

Allgemeine Angaben				Technische Daten (Herstellerangaben)								
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	600 kW (Betrieb I)									
Seriennummer:	53001	Rotordurchmesser:	53 m									
WEA-Standort (ca.):	RW: 34.22.780	Nabenhöhe über Grund:	76 m									
	HW: 59.40.691	Turmbauart:	Rohrturm									
		Material:	Stahl									
		Leistungsregelung:	pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)				Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)								
Rotorblatthersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	...									
Typenbezeichnung Blatt:	E53/1	Typenbezeichnung Getriebe:	...									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-53									
Rotorzahlbereich:	12 - 29 min ⁻¹ (Betrieb I)	Generatorenndrehzahl:	12 - 29 min ⁻¹ (Betrieb I)									
Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH, Berechnete Leistungskurve der E-53 vom Februar 2007												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Standardwerte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,r}$	5 m/s	220,1 kW	93,3 dB(A)									
	6 m/s	377,9 kW	96,7 dB(A)									
	7 m/s	591 kW	99,2 dB(A)									
	8 m/s	746 kW	100,5 dB(A)									
	9 m/s	793,1 kW	100,9 dB(A)									
	10 m/s	810 kW	100,6 dB(A)									
	8,3 m/s	760,0 kW	100,7 dB (A)	[1]								
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	5 m/s	220,1 kW	--- dB									
	6 m/s	377,9 kW	--- dB									
	7 m/s	591 kW	--- dB									
	8 m/s	746 kW	--- dB									
	9 m/s	793,1 kW	--- dB									
	10 m/s	810 kW	--- dB									
	8,3 m/s	760,0 kW	--- dB	[1]								
Impulzzuschlag für den Nahbereich K_N	5 m/s	220,1 kW	---									
	6 m/s	377,9 kW	--- dB									
	7 m/s	591 kW	--- dB									
	8 m/s	746 kW	--- dB									
	9 m/s	793,1 kW	--- dB									
	10 m/s	810 kW	--- dB									
	8,3 m/s	760,0 kW	--- dB	[1]								
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9 \text{ m/s}$												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,r,terz}$	76,6	78,0	80,4	83,0	84,7	87,8	86,5	87,8	88,0	87,4	89,4	89,1
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,r,terz}$	90,6	91,2	91,6	90,8	89,5	87,8	83,9	82,9	79,9	75,8	70,1	64,8
Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9 \text{ m/s}$												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,r,okt}$	83,4	90,4	92,3	93,5	95,9	94,3	87,3	77,1				

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 14.3.2007.
Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M69 915/2 vom 10.4.2007 (insbesondere bei Schallmissionsprognosen).

Bemerkungen:

[1] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Messtag, der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe bei einer stand Windgeschwindigkeit von 8,3 m/s festgestellt.

Gemessen von: Müller-BBM GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
Am Bugapark 1
D-45 899 Gelsenkirchen

MÜLLER-BBM GMBH
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN
AM BUGAPARK 1
45 899 GELSENKIRCHEN
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0

Datum: 10.04.2007

A. Hinkelmann

Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann

M. Köhl

Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl



Accredited Test Laboratory
according to ISO/IEC 17025



DAP-PL-2465.10

M69 915/2 hkm/khl
27. April 2007

Anhang D Seite 2

Ausbreitungsberechnung Zusatzbelastung

Name	Quelltyp	Lw dB(A)	K dB	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Re dB(A)	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
Name IP1 Selzen		IRW Tag 55 dB(A)		IRW Nacht 40 dB(A)		LrT 32,7 dB(A)		LrN 29,1 dB(A)					
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	1327,0	73,4	3,7	0,0	2,6		26,7	30,4	26,7
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	1483,5	74,4	3,8	0,0	2,9		25,3	29,0	25,3
Name IP2 Kögernheim		IRW Tag 50 dB(A)		IRW Nacht 35 dB(A)		LrT 31,5 dB(A)		LrN 27,9 dB(A)					
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	1431,4	74,1	3,8	0,0	2,8		25,7	29,4	25,7
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	1664,3	75,4	4,0	0,0	3,2		23,8	27,4	23,8
Name IP3 Kögernheim		IRW Tag 55 dB(A)		IRW Nacht 40 dB(A)		LrT 32,6 dB(A)		LrN 28,9 dB(A)					
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	1305,3	73,3	3,8	0,0	2,5		26,8	30,5	26,8
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	1533,9	74,7	4,0	0,0	3,0		24,8	28,4	24,8
Name IP4 Kaserne		IRW Tag 60 dB(A)		IRW Nacht 45 dB(A)		LrT 36,3 dB(A)		LrN 36,3 dB(A)					
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	908,1	70,2	3,3	0,0	1,7		31,2	31,2	31,2
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	681,4	67,7	2,8	0,0	1,3		34,7	34,7	34,7

Ing.-Büro Paul Pies Birkenstraße 34 56154 Boppard Tel.:06742/2299

Ausbreitungsberechnung Zusatzbelastung

Legende

Name		Name der Quelle
Quelltyp		Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
Lw	dB(A)	Anlagenleistung
K	dB	Zuschlag für Qualität der Prognose
Ko	dB	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
s	m	Entfernung Emissionsort-IO
Adiv	dB	Mittlere Entfernungsminderung
Agr	dB	Mittlerer Bodeneffekt
Abar	dB	Mittlere Einfügedämpfung
Aatm	dB	Mittlere Dämpfung durch Luftabsorption
Re	dB(A)	Reflexanteil
Ls	dB(A)	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort
LrT	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Tag
LrN	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Nacht

Anhang 4

Ingenieurbüro Paul Pies
Birkenstraße 34
56154 Boppard - Buchholz
Fon : 06742/2299
Fax : 06742/3742
e-mail :
wons@schallschutz-pies.de

dB (A) - Skala

<= 25,0	25,0 <	<= 27,0	<= 29,0	<= 31,0	<= 33,0	<= 35,0	<= 37,0	<= 39,0	<= 41,0	<= 43,0	<= 45,0	<= 47,0	<= 49,0
[Light Blue]	[Light Green]	[Light Yellow]	[Yellow]	[Orange]	[Red-Orange]	[Red]	[Dark Red]	[Magenta]	[Purple]	[Dark Purple]	[Black]	[Dark Blue]	[Light Blue]

Legende

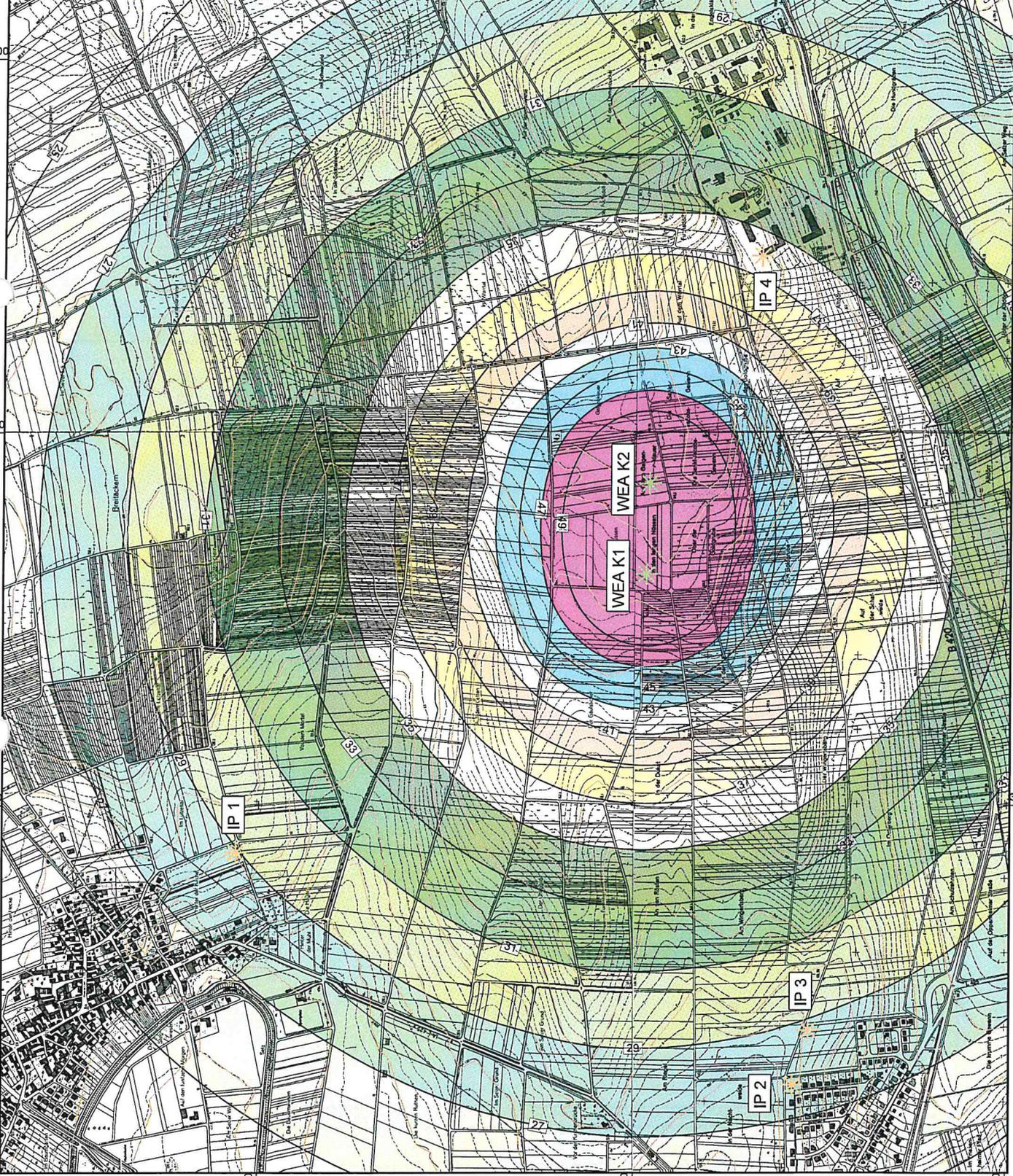
- WEA
- Immissionsort
- Höhenlinie



Maßstab 1:10000



Zusatzbelastung
nachts (lauteste Stunde)
Obergeschoß



3448000
3448000
3447000
3447000

3449000
3449000
3448000
3448000

5525000
5524000
5523000

Ausbreitungsberechnung Vorbelastung

Name	Quelltyp	Lw dB(A)	K dB	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Re dB(A)	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
Name IP1 Selzen		IRW Tag 55 dB(A)		IRW Nacht 40 dB(A)		LrT 37,8 dB(A)		LrN 34,2 dB(A)					
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	976,1	70,8	3,1	0,0	1,9		31,3	34,9	31,3
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	1180,9	72,4	3,4	0,0	2,3		28,9	32,5	28,9
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	1389,0	73,8	3,6	0,0	2,7		26,9	30,5	26,9
Name IP2 Kögernheim		IRW Tag 50 dB(A)		IRW Nacht 35 dB(A)		LrT 33,0 dB(A)		LrN 29,4 dB(A)					
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	1390,4	73,9	3,8	0,0	2,7		26,7	30,3	26,7
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	1734,4	75,8	4,0	0,0	3,3		23,9	27,5	23,9
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	2013,2	77,1	4,1	0,0	3,9		21,9	25,5	21,9
Name IP3 Kögernheim		IRW Tag 55 dB(A)		IRW Nacht 40 dB(A)		LrT 33,8 dB(A)		LrN 30,2 dB(A)					
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	1290,6	73,2	3,7	0,0	2,5		27,6	31,2	27,6
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	1625,2	75,2	4,0	0,0	3,1		24,7	28,3	24,7
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	1899,4	76,6	4,1	0,0	3,7		22,7	26,3	22,7
Name IP4 Kaserne		IRW Tag 60 dB(A)		IRW Nacht 45 dB(A)		LrT 36,1 dB(A)		LrN 36,1 dB(A)					
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	1198,0	72,6	3,7	0,0	2,3		28,5	28,5	28,5
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	953,7	70,6	3,4	0,0	1,8		31,2	31,2	31,2
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	826,8	69,3	3,0	0,0	1,6		33,1	33,1	33,1

Ausbreitungsberechnung Vorbelastung

Legende

Name		Name der Quelle
Quelltyp		Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
Lw	dB(A)	Anlagenleistung
K	dB	Zuschlag für Qualität der Prognose
Ko	dB	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
s	m	Entfernung Emissionsort-IO
Adiv	dB	Mittlere Entfernungsminderung
Agr	dB	Mittlerer Bodeneffekt
Abar	dB	Mittlere Einfügedämpfung
Aatm	dB	Mittlere Dämpfung durch Luftabsorption
Re	dB(A)	Reflexanteil
Ls	dB(A)	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort
LrT	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Tag
LrN	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Nacht

Anhang 6

Ingenieurbüro Paul Pies
Birkenstraße 34
56154 Boppard - Buchholz
Fon : 06742/2299
Fax : 06742/3742
e-mail :
wons@schallschutz-pies.de

dB (A) - Skala

<= 25,0	25,0 <
<= 27,0	27,0 <
<= 29,0	29,0 <
<= 31,0	31,0 <
<= 33,0	33,0 <
<= 35,0	35,0 <
<= 37,0	37,0 <
<= 39,0	39,0 <
<= 41,0	41,0 <
<= 43,0	43,0 <
<= 45,0	45,0 <
<= 47,0	47,0 <
<= 49,0	49,0 <

Legende

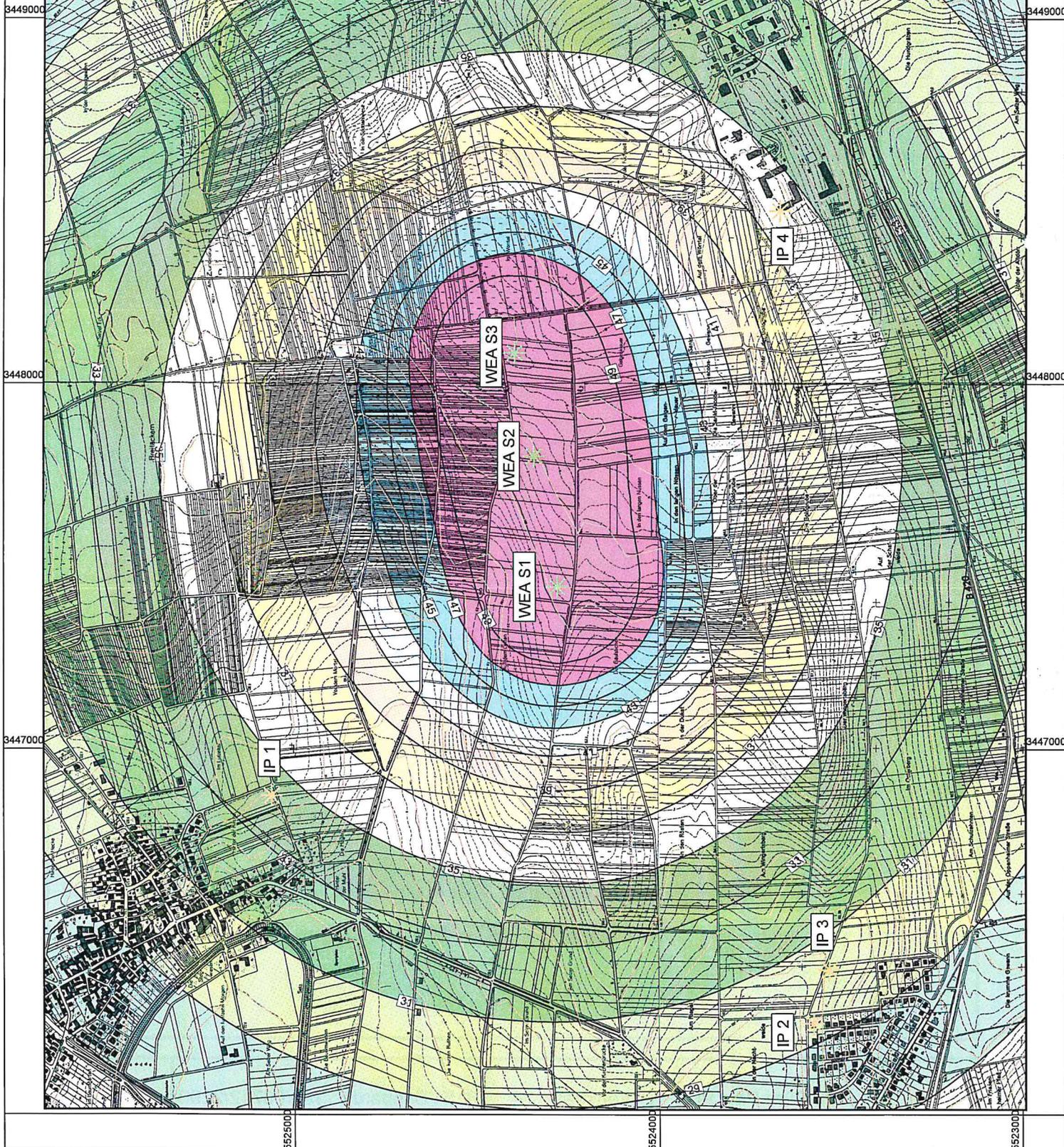
- WEA
- Immissionsort
- Höhenlinie



Maßstab 1:10000



Vorbelastung
nachts (lauteste Stunde)
Obergeschoß



Ausbreitungsberechnung Gesamtbelastung

Name	Quelltyp	Lw dB(A)	K dB	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Re dB(A)	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
Name IP1 Selzen													
		IRW Tag	55 dB(A)	IRW Nacht	40 dB(A)	LrT	39,0 dB(A)	LrN	35,3 dB(A)				
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	976,1	70,8	3,1	0,0	1,9		31,3	34,9	31,3
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	1180,9	72,4	3,4	0,0	2,3		28,9	32,5	28,9
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	1389,0	73,8	3,6	0,0	2,7		26,9	30,5	26,9
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	1327,0	73,4	3,7	0,0	2,6		26,7	30,4	26,7
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	1483,5	74,4	3,8	0,0	2,9		25,3	29,0	25,3
Name IP2 Kögernheim													
		IRW Tag	50 dB(A)	IRW Nacht	35 dB(A)	LrT	35,3 dB(A)	LrN	31,7 dB(A)				
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	1390,4	73,9	3,8	0,0	2,7		26,7	30,3	26,7
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	1734,4	75,8	4,0	0,0	3,3		23,9	27,5	23,9
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	2013,2	77,1	4,1	0,0	3,9		21,9	25,5	21,9
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	1431,4	74,1	3,8	0,0	2,8		25,7	29,4	25,7
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	1664,3	75,4	4,0	0,0	3,2		23,8	27,4	23,8
Name IP3 Kögernheim													
		IRW Tag	55 dB(A)	IRW Nacht	40 dB(A)	LrT	36,3 dB(A)	LrN	32,6 dB(A)				
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	1290,6	73,2	3,7	0,0	2,5		27,6	31,2	27,6
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	1625,2	75,2	4,0	0,0	3,1		24,7	28,3	24,7
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	1899,4	76,6	4,1	0,0	3,7		22,7	26,3	22,7
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	1305,3	73,3	3,8	0,0	2,5		26,8	30,5	26,8
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	1533,9	74,7	4,0	0,0	3,0		24,8	28,4	24,8
Name IP4 Kaserne													
		IRW Tag	60 dB(A)	IRW Nacht	45 dB(A)	LrT	39,2 dB(A)	LrN	39,2 dB(A)				
WEA S1	Punkt	101,8	2,2	3,0	1198,0	72,6	3,7	0,0	2,3		28,5	28,5	28,5
WEA S2	Punkt	101,8	2,2	3,0	953,7	70,6	3,4	0,0	1,8		31,2	31,2	31,2
WEA S3	Punkt	101,8	2,2	3,0	826,8	69,3	3,0	0,0	1,6		33,1	33,1	33,1
WEA K1	Punkt	100,9	2,5	3,0	908,1	70,2	3,3	0,0	1,7		31,2	31,2	31,2
WEA K2	Punkt	100,9	2,5	3,0	681,4	67,7	2,8	0,0	1,3		34,7	34,7	34,7

Ausbreitungsberechnung Gesamtbelastung

Legende

Name		Name der Quelle
Quellentyp		Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
Lw	dB(A)	Anlagenleistung
K	dB	Zuschlag für Qualität der Prognose
Ko	dB	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
s	m	Entfernung Emissionsort-IO
Adiv	dB	Mittlere Entfernungsminderung
Agr	dB	Mittlerer Bodeneffekt
Abar	dB	Mittlere Einfügedämpfung
Aatm	dB	Mittlere Dämpfung durch Luftabsorption
Re	dB(A)	Reflexanteil
Ls	dB(A)	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort
LrT	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Tag
LrN	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Nacht

Anhang 8

Ingenieurbüro Paul Pries
Birkenstraße 34
56154 Boppard - Buchholz
Fon : 06742/2299
Fax : 06742/3142
e-mail :
wons@schallschutz-pries.de

dB (A) - Skala

<= 25,0
<= 27,0
<= 29,0
<= 31,0
<= 33,0
<= 35,0
<= 37,0
<= 39,0
<= 41,0
<= 43,0
<= 45,0
<= 47,0
<= 49,0

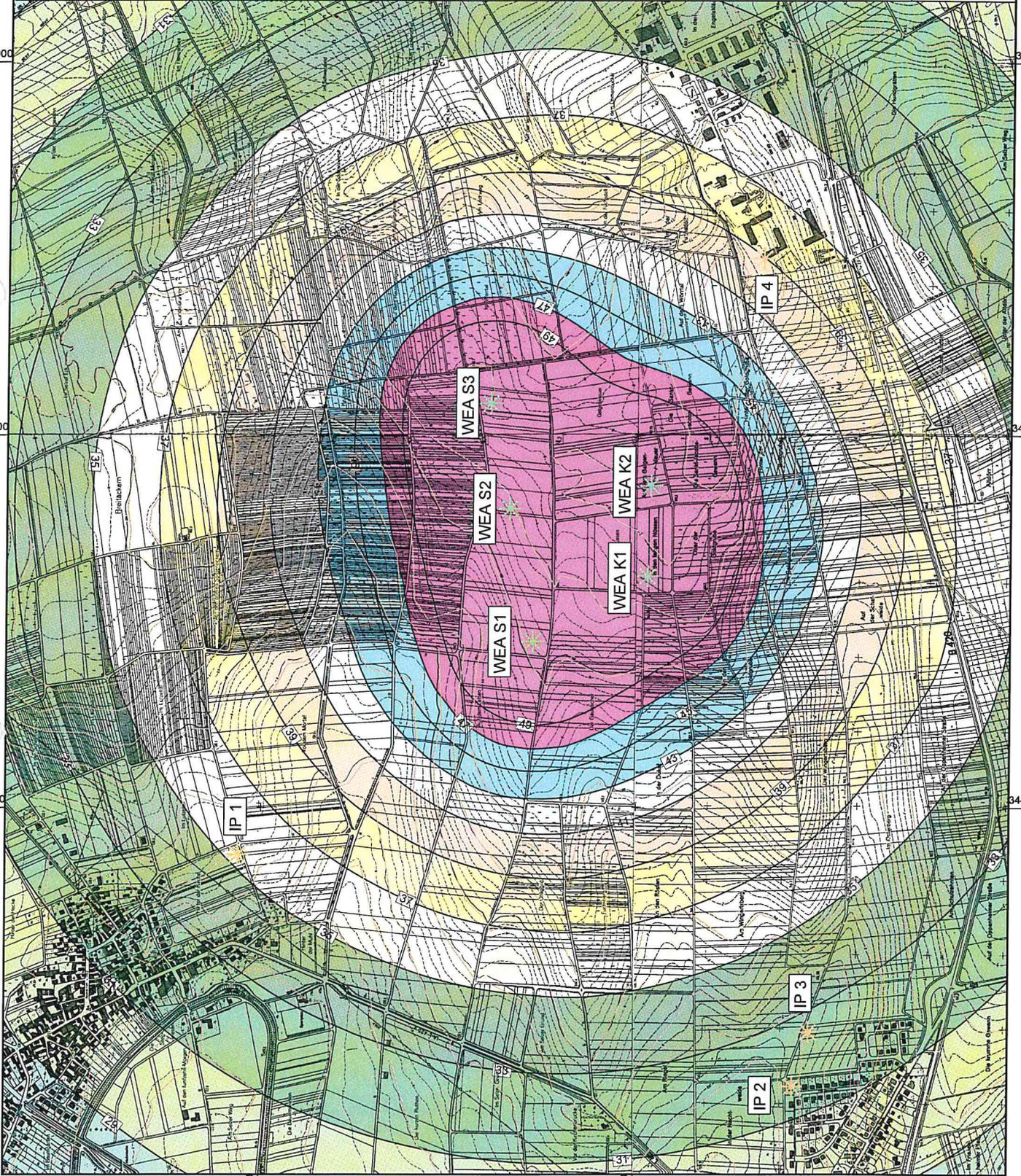
Legende

- WEA
- Immissionsort
- Höhenlinie

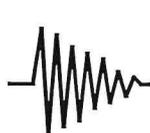


Maßstab 1:10000
0 50 100 200 300 400 m

Gesamtbelastung
nachts (lauteste Stunde)
Obergeschoss



*Schalltechn. Ingenieurbüro
für Gewerbe-, Freizeit-
und Verkehrslärm*



Paul Pies

*Dipl. Ing.
Von der Industrie- und Handelskammer zu Koblenz
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Gewerbe-, Freizeit- und Verkehrslärm
Benannte Meßstelle nach §§26, 28 BImSchG.*

Dipl. Ing. Paul Pies Birkenstr. 34 56154 Boppard

*G.A.I.A. mbH
z. Hd. Herrn Torsten Szielasko
Viktoring 17*

67245 Lambsheim

*Büro: Birkenstr. 34
56154 Boppard-Buchholz
Telefon: 06742 / 2299
Telefax: 06742 / 3742
E-Mail: info@schallschutz-pies.de*

*Büro: Buchenstr. 13
56154 Boppard-Buchholz
Telefon: 06742 / 921133
Telefax: 06742 / 921135
Auto-Tel: 0171 7782812
E-Mail: pies@schallschutz-pies.de*

27. März 2005

Ihr Zeichen

11650 / 0305

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen

wo-ge

☎ 06742 / 921762

✉ wons@schallschutz-pies.de

Datum

18.03.2005

*Geplante Windenergieanlagen bei der Gemeinde Selzen
-Nachtrag des Anlagentyps und Verschiebung der Standorte-*

Sehr geehrter Herr Szielasko,

im Bereich der Ortsgemeinde Selzen sollen 3 Windenergieanlagen errichtet und betrieben werden. Hierzu wurde durch unser Büro im Rahmen der Genehmigung eine schalltechnische Immissionsprognose erstellt. Die Ergebnisse der schalltechnischen Prognose sind im Gutachten vom 24.01.2003 wiedergegeben und verdeutlichen, dass die Errichtung der Windenergieanlagen aus schalltechnischer Sicht im Sinne der TA Lärm zulässig sind.

Aktuelle Planungen sehen vor, statt der damals untersuchten Windenergieanlagen der Firma Enercon vom Typ E66/18.70 nun Anlagen der gleichen Firma; jedoch vom Typ E48 zu errichten und zu betreiben. Dieser Anlagentyp weist bei einer Nabenhöhe von 75,6 m, einem Rotordurchmesser von 48 m je Anlage eine Nennleistung von 800 kW auf.

Zudem verschieben sich die Standorte der Anlagen. Diese können dem Lageplan im Anhang 1 zum Nachtrag entnommen werden.

Der Anlagentyp E48 ist bezüglich der Emissionsdaten noch nicht nach der FGW-Richtlinie vermessen. Von der Firma Enercon liegt ein technisches Datenblatt vor, nach welchem ein Schalleistungspegel von $L_W = 102,5 \text{ dB(A)}$ garantiert wird. Dieser Schalleistungspegel bezieht sich auf Referenzbedingungen für eine Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe. Das Datenblatt ist dem Anhang 2 zum Nachtrag beigefügt.

Neben der Berechnung der zu erwartenden Geräuschimmissionen anhand des og. Schalleistungspegels ist auch eine Aussage über die Qualität der Prognose (Sicherheit) durchzuführen. Dies erfolgt nach einem Verfahren, wie es u.a. in Nordrhein-Westfalen anerkannt ist. Dieses Verfahren beinhaltet die Messunsicherheit, Unsicherheit des Prognosemodelles und die Serienstreuung der Windenergieanlagen. Das genaue Verfahren mit den entsprechenden Berechnungsformeln ist dem Anhang 3 zum Nachtrag zu entnehmen.

Für die Messunsicherheit wurde die anerkannte Standardabweichung von $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ zugrunde gelegt. Dieser Wert wurde im Rahmen von Ringversuchen ermittelt. Die Standardabweichung für die Unsicherheit des Prognosemodelles beträgt $\sigma_{\text{Prog}} = 1,5 \text{ dB(A)}$. Dieser Wert leitet sich aus der in der DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien“ angegebenen Abweichung für höherliegende Quellen ab. Da der Anlagentyp noch nicht gemäß der FGW-Richtlinie vermessen wurde, wurde für die Serienstreuung (Produktionsstandardabweichung) ein Wert von $\sigma_P = 1,8 \text{ dB(A)}$ angesetzt. Dieser Wert ergibt sich unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages von 3 dB(A), da wie bereits erwähnt, die Anlage noch nicht vermessen ist.

Unter Zugrundelegung des o.a. Schalleistungspegels und das alle Windenergieanlagen kontinuierlich über die Tages- und Nachtzeit bei Nennleistung betrieben werden, berechnen sich an den nächstgelegenen Wohnhäusern bzw. möglichen Wohnhäusern folgende Beurteilungspegel:

Tabelle 1

IP	Bezeichnung IP	Beurteilungspegel L_r in dB(A)		Immissionsricht-wert in dB(A)	
		Tag*	Nacht	Tag	Nacht
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	36	32	55	40
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Köngernheim	30	27	50	35
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Köngernheim	31	28	55	40
4	Wohnblock auf dem Kasernengelände	35	35	60	45

* sonn- und feiertags

Die detaillierte Ausbreitungsberechnung kann dem Anhang 4 zum Nachtrag entnommen werden.

Die Ergebnisse einer flächenhaften Berechnung für einen größeren Untersuchungsbereich zur „lautesten“ Nachtstunde sind in der Rasterlärmkarte im Anhang 5 dargestellt.

Unter Beachtung der o.a. Standardabweichungen ergeben sich die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Berechnungswerte. Zur besseren Veranschaulichung sind nur die Ergebnisse für die aus schalltechnischer Sicht ungünstigsten „lautesten“ Nachtstunde wiedergegeben.

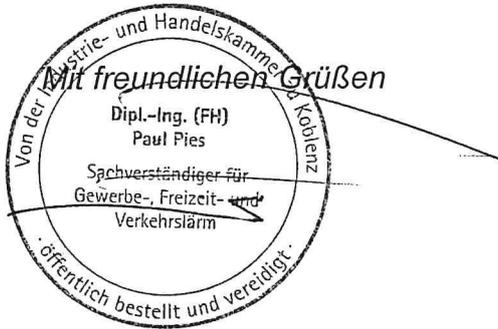
Tabelle 2

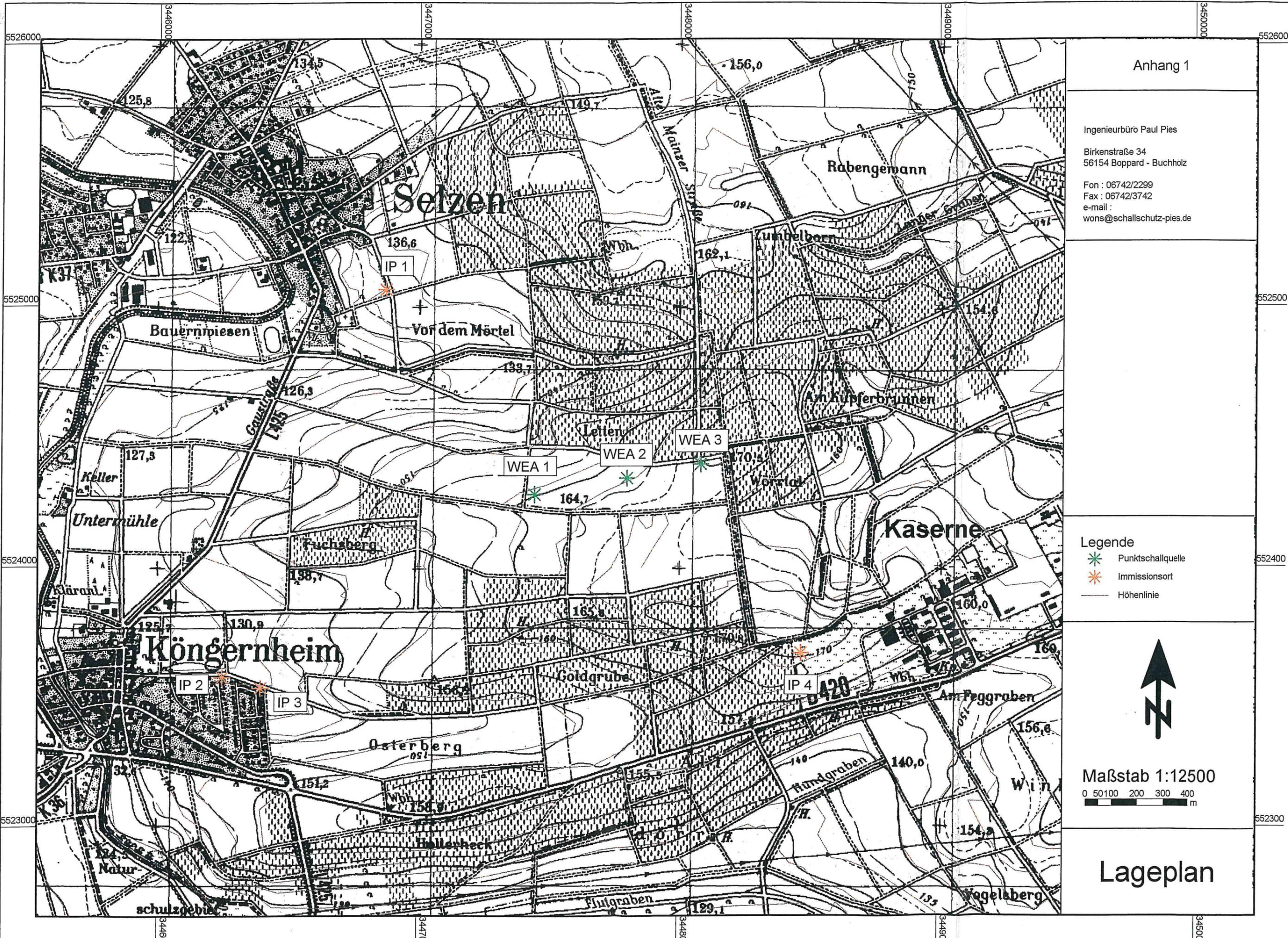
IP	Bezeichnung IP	Beurteilungspegel L_r nachts in dB(A)	Unsicherheit K in dB(A)	Oberer Vertrauensbereich L_o in dB(A)	Nachtimmissionsrichtwert nachts in dB(A)
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	32,1	2,5	35	40
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Köngernheim	26,5	2,6	29	35
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Köngernheim	27,5	2,6	30	40
4	Wohnblock auf dem Kasernengelände	34,4	2,5	37	45

Wie die Berechnungsergebnisse verdeutlichen, wird auch unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose an allen aus schalltechnischer Sicht ungünstigst gelegenen Wohnhäusern bzw. möglichen Wohnhäusern der jeweils geltende Immissionsrichtwert (Angaben bezüglich der Immissionsrichtwerte beziehen sich auf Angaben der Nutzungseinstufung durch die Verbandsgemeindeverwaltung bzw. der Struktur- und Genehmigungsdirektion, Abteilung Gewerbeaufsicht) deutlich unterschritten. Da die Unterschreitungen, mit Ausnahme an Immissionspunkt 1, auch ≥ 6 dB(A) betragen, wird das Irrelevanzkriterium erfüllt und es kann auf eine Betrachtung einer möglichen relevanten gewerblichen Geräuschvorbelastung verzichtet werden. Zum Immissionspunkt 1 ist anzumerken, dass, wie eine Ortsbegehung ergab, eine solche gewerbliche Geräuschvorbelastung zur Nachtzeit nicht zu erwarten ist.

Von daher ist im Sinne der TA Lärm aus schalltechnischer Sicht die Errichtung und Inbetriebnahme der 3 geplanten Windenergieanlagen umsetzbar.

Sollten Sie noch Rückfragen haben, stehe ich Ihnen für Auskünfte jederzeit gerne zur Verfügung.





Anhang 1

Ingenieurbüro Paul Pies
 Birkenstraße 34
 56154 Boppard - Buchholz
 Fon : 06742/2299
 Fax : 06742/3742
 e-mail :
 wons@schallschutz-pies.de

- Legende
-  Punktschallquelle
 -  Immissionsort
 -  Höhenlinie



Maßstab 1:12500
 0 50 100 200 300 400 m

Lageplan

ENERCON GmbH Dreekamp 5 Tel: +49-4941-927-0 26605 Aurich Fax: +49-4941-927-109		Schalleistungspegel E-48	Seite 1 v. 1
--	---	---------------------------------	-----------------

Garantierte Werte des Schalleistungspegels für die E-48 mit 800 kW Nennleistung				
Naben- höhe V_{Wind} in 10m Höhe	50 m	56 m	65 m	76 m
4 m/s				
5 m/s				
6 m/s	Werte unterhalb 95% Nennleistung werden erst nach erfolgter Prototypenvermessung garantiert			
7 m/s				
8 m/s				
95% Nennleistung	102.5 dB(A)	102.5 dB(A)	102.5 dB(A)	102.5 dB(A)
Vermessener Wert bei 95% Nennleistung				

- Über den gesamten Leistungsbereich wird eine Tonhaltigkeit von 0-1 dB garantiert (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45681).
- Die oben angegebenen Schalleistungspegelwerte gelten für den **Betriebsmodus I**, (definiert durch eine Betriebskennlinie mit dem Drehzahlbereich 16 – 32 U/min). Die zugehörige Leistungskennlinie ist die berechnete Kennlinie E-48 vom August 2004 (Rev. 1.0).
- Die garantierten Werte werden auf Basis offizieller und interner Vermessungen des Schalleistungspegels ermittelt. Die offiziell vermessenen Werte sind auf diesem Dokument als Referenz angegeben. Die Schalldatenblätter und Messberichte der offiziellen Vermessungen stehen zur Verfügung und gelten in Verbindung mit diesem Dokument. Die Vermessungen werden gemäß den national und international empfohlenen Richtlinien und Normen durchgeführt (jeweils auf dem Schalldatenblatt und im Messbericht vermerkt).
- Um den Mess- und Prognoseunsicherheiten Rechnung zu tragen, die Planungssicherheit und Akzeptanz bei Genehmigungsbehörden zu erhöhen und ggf. geforderte Nachvermessungen zu vermeiden, empfiehlt ENERCON für Schallausbreitungsrechnungen einen Sicherheitszuschlag von 1 dB(A) auf die garantierten Werte. Für Bundesländer, in denen ohnehin Sicherheitszuschläge vorgeschrieben sind, entfällt diese Empfehlung.

Sollte aus planungstechnischen oder anderen Gründen diese Empfehlung vernachlässigt werden, wird ausdrücklich auf Punkt 5 verwiesen.
- Aufgrund der Messunsicherheiten bei Schallvermessungen gilt der Nachweis der Einhaltung der garantierten Werte als erbracht, wenn bei einer nach gängigen Richtlinien durchgeführten Vermessung das Messergebnis dem jeweiligen garantierten Wert +/-1 dB(A) entspricht. [Garantie erfüllt, wenn Messwert = Garantiewert +/- 1dB(A)].
- Für schallkritische Standorte besteht die Möglichkeit, die E-48 nachts mit reduzierter Drehzahl und Leistung zu betreiben (Nachtbetrieb). Die reduzierten Schalleistungspegel können bei Bedarf angefordert werden.

Bestimmung der Qualität einer Immissionsprognose

Gemäß der TA Lärm (Abschnitt A.2.6) ist auch eine Angabe über die Qualität der Prognose durchzuführen.

So wurde zur Ermittlung der Unsicherheit „K“ nach DIN EN ISO 4871 anhand der Standardabweichung „ σ “ nach Probst und Donner ein Berechnungsansatz ausgearbeitet (veröffentlicht in der Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Ausgabe 3/2002). Dieser Berechnungsansatz ist unter anderem in Nordrhein-Westfalen anerkannt. Die Herleitung erfolgt aus dem gausischen Fehlerfortpflanzungsgesetz. Hiernach kann die Standardabweichung σ nach folgender Formel bei Einwirkung mehrerer Geräuschquellen berechnet werden:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (\sigma_n \cdot 10^{0,1 \cdot L_n})^2}}{\sum 10^{0,1 \cdot L_n}}$$

- σ - Gesamtstandardabweichung
- σ_n - Gesamtstandardabweichung einer einzelnen Geräuschquelle „n“
- L_n - Teilbeurteilungspegel der jeweiligen Geräuschquelle „n“

Im Zusammenhang mit Windkraftanlagen errechnet sich σ_n nach folgender Gleichung:

$$\sigma_n = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_p^2 + \sigma_{prog}^2}$$

- σ_R - Vergleichstandardabweichung, Ungenauigkeit der Schallemissionsmessung mit folgenden Möglichkeiten der Ausgangsdaten

σ_R - 0,5 dB(A), wenn eine Vermessung nach DIN 61400-11 erfolgte
(Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“)

σ_R - wird im Vermessungsbericht durch das Messinstitut angegeben
oder

σ_R - 1,5 dB(A), wenn keine Angabe im Messbericht vorliegt und keine
Vermessung gemäß og. Norm durchgeführt wurde

σ_p - Produktionsstandardabweichung; Serienstreuung mit folgenden
Möglichkeiten der Ausgangsdaten

σ_p - entspricht bei 3 Vermessungen der aus den Messwerten ermittelten
Standardabweichung s

oder

σ_p - 1,2 dB(A), wenn eine Vermessung durchgeführt wurde (Ermittlung aus
Sicherheitszuschlag von 2 dB gemäß Artikel in Zeitschrift für
Lärmbekämpfung, Ausgabe 5/2001)

σ_{prog} - Unsicherheit des Prognosemodelles

σ_{prog} - 1,5 dB(A), abgeleitet aus der Tabelle 5 der DIN ISO 9613-2 entsprechend
Artikel in Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Ausgabe 5/2001

Die Unsicherheit K berechnet sich nun für die Überschreitungswahrscheinlichkeit von
5 % wie folgt:

$$K = 1,645 \cdot \sigma$$

Aus der Unsicherheit „K“ und dem ermittelten Beurteilungspegel „L_r“ berechnet sich
die obere Vertrauensbereichsgrenze L_o nach:

$$L_o = L_r + K$$

Der Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm gilt als eingehalten, wenn
L_o ≤ Immissionsrichtwert.

Windenergieanlagen Selzen Ausbreitungsberechnung

Name	Quelltyp	Lw dB(A)	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Re dB(A)	Cmet dB	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
Name IP1 Selzen		IRW Tag 55 dB(A)		IRW Nacht 40 dB(A)		LrT 35,8 dB(A)		LrN 32,1 dB(A)					
WEA 1	Punkt	102,5	3,0	976,1	70,8	3,1	0,0	1,9		0,3	29,8	33,1	29,5
WEA 2	Punkt	102,5	3,0	1180,9	72,4	3,4	0,0	2,3		0,7	27,4	30,3	26,7
WEA 3	Punkt	102,5	3,0	1389,0	73,8	3,6	0,0	2,7		0,9	25,4	28,1	24,5
Name IP2 Königernheim		IRW Tag 50 dB(A)		IRW Nacht 35 dB(A)		LrT 30,1 dB(A)		LrN 26,5 dB(A)					
WEA 1	Punkt	102,5	3,0	1390,4	73,9	3,8	0,0	2,7		1,2	25,2	27,6	24,0
WEA 2	Punkt	102,5	3,0	1734,4	75,8	4,0	0,0	3,3		1,5	22,4	24,5	20,8
WEA 3	Punkt	102,5	3,0	2013,2	77,1	4,1	0,0	3,9		1,7	20,4	22,3	18,7
Name IP3 Königernheim		IRW Tag 55 dB(A)		IRW Nacht 40 dB(A)		LrT 31,1 dB(A)		LrN 27,5 dB(A)					
WEA 1	Punkt	102,5	3,0	1290,6	73,2	3,7	0,0	2,5		1,1	26,1	28,7	25,0
WEA 2	Punkt	102,5	3,0	1625,2	75,2	4,0	0,0	3,1		1,4	23,2	25,4	21,7
WEA 3	Punkt	102,5	3,0	1899,4	76,6	4,1	0,0	3,7		1,6	21,2	23,1	19,5
Name IP4 Kaseme		IRW Tag 60 dB(A)		IRW Nacht 45 dB(A)		LrT 34,4 dB(A)		LrN 34,4 dB(A)					
WEA 1	Punkt	102,5	3,0	1198,0	72,6	3,7	0,0	2,3		0,5	27,0	26,5	26,5
WEA 2	Punkt	102,5	3,0	953,7	70,6	3,4	0,0	1,8		0,2	29,7	29,5	29,5
WEA 3	Punkt	102,5	3,0	826,8	69,3	3,1	0,0	1,6		0,0	31,5	31,5	31,5

Windenergieanlagen Selzen Ausbreitungsberechnung

Legende

Name		Name der Quelle
Quellentyp		Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
Lw	dB(A)	Anlagenleistung
Ko	dB	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
s	m	Entfernung Emissionsort-IO
Adiv	dB	Mittlere Entfernungsminderung
Agr	dB	Mittlerer Bodeneffekt
Abar	dB	Mittlere Einfügedämpfung
Aatm	dB	Mittlere Dämpfung durch Luftabsorption
Re	dB(A)	Reflexanteil
Cmet	dB	Meteorologische Korrektur
Ls	dB(A)	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort
LrT	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Tag
LrN	dB(A)	Teilbeurteilungspegel Nacht

Anhang 5

Ingenieurbüro Paul Pies

Birkenstraße 34
56154 Boppard - Buchholz

Fon : 06742/2299
Fax : 06742/3742
e-mail :
wons@schallschutz-pies.de

dB (A) - Skala

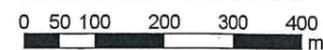
<= 25,0
25,0 < <= 27,0
27,0 < <= 29,0
29,0 < <= 31,0
31,0 < <= 33,0
33,0 < <= 35,0
35,0 < <= 37,0
37,0 < <= 39,0
39,0 < <= 41,0
41,0 < <= 43,0
43,0 < <= 45,0
45,0 < <= 47,0
47,0 < <= 49,0
49,0 <

Legende

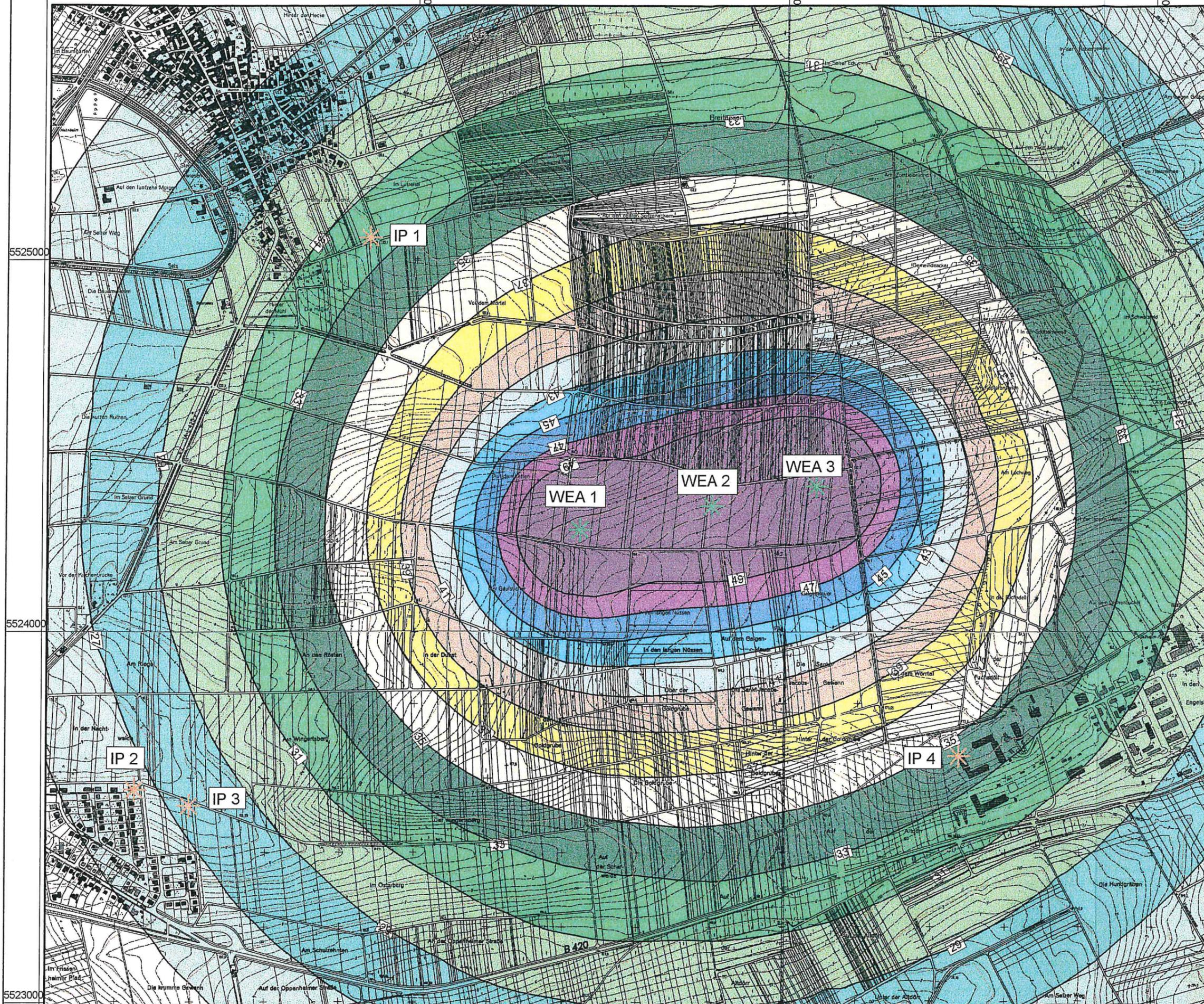
-  Punktschallquelle
-  Immissionsort
-  Höhenlinie



Maßstab 1:10000



Geräuschsituation
nachts (lauteste Stunde)
1. Obergeschoß



**Geplante Windenergieanlagen
bei der Gemeinde Selzen**

**Schalltechn. Ingenieurbüro
für Gewerbe, Freizeit-
und Verkehrslärm**



Paul Pies

Dipl. Ing.
Von der Industrie- und Handelskammer zu
Koblenz öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger
Benannte Meßstelle nach
§§26, 28 BImSchG

Büro 1 + 2: Boppard-Buchholz:

1 Buchenstraße 13 56154 Boppard-Buchholz

2 Birkenstraße 34 56154 Boppard-Buchholz

Büro: Leipzig-Althen:
Saxoniastraße 8 04451 Althen

Tel: 06742 / 921133
Fax: 06742 / 921135
E-Mail: pies@schallschutz-pies.de

Tel: 06742 / 2299
Fax: 06742 / 3742
E-Mail: info@schallschutz-pies.de

Tel: 034291 / 4180

**Geplante Windenergieanlagen
bei der Gemeinde Selzen**

AUFTRAGGEBER: G.A.I.A. mbH
Königsberger Straße 22
67245 Lambsheim

AUFTRAG VOM: Januar 2003

AUFTRAG – NR.: 10701 / 0103

SEITENZAHL: 15

ANHÄNGE: 5

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Aufgabenstellung.....	3
2. Grundlagen.....	3
2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse.....	3
2.2 Anlagenbeschreibung.....	4
2.3 Nutzungszeiten.....	4
2.4 Verwendete Unterlagen.....	4
2.4.1 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen.....	4
2.5 Richtlinien, Normen und Erlasse.....	5
2.5.1 Eigene Unterlagen.....	5
2.6 Anforderungen.....	5
2.7 Berechnungsgrundlagen.....	7
2.7.1 Berechnung der Geräuschimmissionen.....	7
2.8 Beurteilungsgrundlagen.....	10
2.9 Ausgangsdaten für die Berechnung.....	11
2.9.1 Winddaten.....	12
3. Immissionsberechnung und Beurteilung.....	12
4. Zusammenfassung.....	14

1. Aufgabenstellung

Die Firma G.A.I.A. mbH beabsichtigt, südöstlich der Gemeinde Selzen 3 Windenergieanlagen der Firma Enercon zu errichten und zu betreiben. In einer schalltechnischen Untersuchung sind die zu erwartenden Geräuschimmissionen an der nächstgelegenen Wohnbebauung gemäß den Kriterien der TA Lärm zu ermitteln und zu beurteilen.

Sollte die Untersuchung ergeben, dass ggf. Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nicht auszuschließen sind, so werden geeignete schallmindernde Maßnahmen aufgezeigt.

2. Grundlagen

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Die 3 geplanten Windenergieanlagen sollen im Südosten in einem Abstand von ca. 900 bis 1 400 m zur Ortsgemeinde Selzen auf einer dortigen Anhöhe errichtet werden. Die Ortschaft Köngernheim befindet sich in Abständen von 1 400 bis 2 000 m im Südwesten zu den geplanten Standorten. Eine Kaserne der amerikanischen Armee ist im Südosten in Abständen von 900 bis 1 400 m vorhanden. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist davon auszugehen, dass die geplanten Windenergieanlagen von den og. nächstgelegenen Wohnhäusern frei eingesehen werden können.

Einen Überblick über die örtlichen Verhältnisse vermittelt auch der Lageplan im Anhang 1 zum Gutachten.

2.2 Anlagenbeschreibung

Bei den geplanten Windenergieanlagen handelt es sich um Anlagen der Firma Enercon Typ E66/18.70. Dieser Anlagentyp weist bei einer Nabenhöhe von 114 m und einem Rotordurchmesser von 70 m eine Nennleistung von 1 800 KW auf.

2.3 Nutzungszeiten

Die geplanten Windenergieanlagen sollen kontinuierlich über die gesamte Tages- und Nachtzeit betrieben werden. Somit ist aus schalltechnischer Sicht vor allem die ungünstigste Nutzungssituation zur Nachtzeit von 22.00 bis 06.00 Uhr und hier die „lauteste Stunde“ zu berücksichtigen.

2.4 Verwendete Unterlagen

2.4.1 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen

- Topografische Karte, Maßstab 1 : 25 000
- Auszüge aus der deutschen Grundkarte mit Höhenschichtlinien, Maßstab 1 : 5 000
- Auszüge aus den Katasterplänen mit den Standorten der geplanten Windenergieanlagen, Maßstab 1 : 3 000
- Auszüge aus den Flächennutzungsplänen der angrenzenden Ortschaften
- Angaben über die mittlere Windverteilung

2.5 Richtlinien, Normen und Erlasse

- „Technische Richtlinie für Windenergieanlagen“
Herausgeber: Fördergesellschaft für Windenergie e.V.
- DIN ISO 9613-2
„Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“
- TA Lärm
"Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm"

2.5.1 Eigene Unterlagen

- Tagungsunterlagen;
Kötter Consulting Engineers
- Auszug aus den Messberichten und ein Datenblatt aller vermessenen Anlagen
- Schreiben: Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ der Immissionsschutzbehörden und Messinstitute, Juni 1998

2.6 Anforderungen

Nach Rücksprache mit der Verbandsgemeindeverwaltung Nierstein-Oppenheim bestehen für die ungünstigste nächstgelegene Wohnbebauung der Ortsgemeinde Königernheim rechtskräftige Bebauungspläne, die ein allgemeines Wohngebiet (WA) bzw. reines Wohngebiet (WR) ausweisen. Ebenfalls besteht für ein Neubaugebiet in Richtung des Planungsvorhabens in der Ortsgemeinde Selzen ein rechtskräftiger Bebauungsplan mit der Einstufung allgemeines Wohngebiet (WA).

Bezüglich der Kaserne ist nach Rücksprache mit der Struktur- und Genehmigungsdirektion, Regionalstelle Gewerbeaufsicht in Mainz, von der Einstufung vergleichbar eines Mischgebietes (MI) auszugehen.

Die TA Lärm gibt für og. Nutzungseinstufungen folgende Immissionsrichtwerte an:

Mischgebiet (MI):

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

Allgemeines Wohngebiet (WA):

tags	55 dB(A)
nachts	40 dB(A)

Reines Wohngebiet (WR):

tags	50 dB(A)
nachts	35 dB(A)

Diese sollen 0,5 m vor dem vom Lärm am stärksten betroffenen Wohnungsfenster nicht überschritten werden. Ferner soll vermieden werden, dass einzelne Pegelspitzen den Tagesimmissionsrichtwert um mehr als 30 dB(A) und den Nachtimmissionsrichtwert um mehr als 20 dB(A) überschreiten.

2.7 Berechnungsgrundlagen

2.7.1 Berechnung der Geräuschemissionen

Gemäß der DIN ISO 9613-2 berechnet sich der äquivalente A-bewertete Dauerschalldruckpegel bei Mitwind nach folgender Gleichung:

$$L_{AT} (DW) = L_W + D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc}$$

Dabei ist:

- L_W - Schalleistungspegel einer Punktschallquelle in Dezibel (A)
- D_c - Richtwirkungskorrektur in Dezibel
- A_{div} - die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung (siehe 7.1 der DIN ISO 9613-2);
- A_{atm} - die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption (siehe 7.2 der DIN ISO 9613-2);
- A_{gr} - die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts (siehe 7.3 der DIN ISO 9613-2);
- A_{bar} - die Dämpfung aufgrund von Abschirmung (siehe 7.4 der DIN ISO 9613-2)
- A_{misc} - die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte (siehe Anhang A der DIN ISO 9613-2)

Die Berechnung nach obiger Gleichung erfolgt in den 8 Oktavbändern mit Bandmittenfrequenzen von 63 Hz bis 8 kHz.

Sind mehrere Punktschallquellen vorhanden, so wird der jeweilige äquivalente A-bewertete Dauerschalldruckpegel nach obiger Gleichung oktavnäßig berechnet und dann die einzelnen Werte energetisch addiert.

Aus dem äquivalenten A-bewerteten Dauerschalldruckpegel bei Mitwind $L_{AT} (DW)$ errechnet sich unter Berücksichtigung der nachstehenden Beziehung der A-bewertete Langzeitmittelungspegel $L_{AT}(LT)$:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

C_{met} entspricht dem meteorologischen Korrekturmaß gemäß dem Abschnitt 8 der DIN ISO 9613-2.

Die Immissionsberechnung erfolgte durch das Rechenprogramm "SOUNDPLAN", Version 5.0, entwickelt vom Ingenieurbüro Braunstein und Berndt, Stuttgart, auf einem Personal-Computer (PC).

Die Berechnung mit "SOUNDPLAN" steht mit dem og. Berechnungsverfahren im Einklang.

Das Programm beruht auf einem Sektorverfahren. Ausgehend von den jeweiligen Immissionsorten werden Suchstrahlen ausgesandt, der Abstandswinkel der Suchstrahlen kann frei gewählt werden. Mittels Suchroutinen wird überprüft, ob sich in den jeweiligen Sektoren Linienschallquellen, Beugungskanten und Reflexionskanten befinden. Die Schnittpunkte werden gespeichert, so daß anhand der Schnittgeometrie eine genaue Berechnung des zugehörigen Teilschallpegels erfolgen kann. Bei der Existenz reflektierender Flächen wird sowohl der Schallweg des reflektierenden Schalls als auch der Schallweg über das Hindernis hinweg verfolgt.

Die Programmausgabe besteht aus einer Tabelle, aus der die Schallanteile der verschiedenen beteiligten Emittenten und die Summenpegel hervorgehen. Das Pegeldiagramm veranschaulicht, aus welchen Richtungen der Schall am Immissionsort einfällt und gibt den Anteil des reflektierten Schalls an.

Die eingegebenen Koordinaten können über ein Plottbild kontrolliert werden.

Dies sind beispielsweise:

- Straßenachsen,
- Beugungskanten (Lärmschutzwände und -wälle, Einschnittsböschungen, Gebäude, Geländeerhebungen etc.),
- reflektierende Flächen,
- Bewuchs etc.

Mit dem oben beschriebenen Rechenprogramm "SOUNDPLAN" ist auch die Erstellung von Rasterlärnkarten (RLK) möglich.

Zur Erstellung dieser Karten sind sowohl die Vorgehensweise als auch der Rechenformalismus die gleichen wie zuvor beschrieben.

Für die Rasterlärnkarten werden zusätzlich nur das zu untersuchende Gebiet, die Rastergröße und die zu berücksichtigende Immissionshöhe definiert. Die Ausgabe der Rasterlärnkarten besteht aus Plottbildern, in denen die Flächen des Untersuchungsgebietes gestaffelt nach Immissionspegelklassen (Isolinien) farblich dargestellt werden.

2.8 Beurteilungsgrundlagen

Nach der 6. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 erfolgt die Beurteilung eines Geräusches bei nicht genehmigungsbedürftigen bzw. genehmigungsbedürftigen Anlagen anhand eines sog. Beurteilungspegels. Dieser berücksichtigt die auftretenden Schallpegel, die Einwirkzeit, die Tageszeit des Auftretens und besondere Geräuschmerkmale (z.B. Töne).

Das Einwirken des vorhandenen Geräusches auf den Menschen wird dem Einwirken eines konstanten Geräusches während des gesamten Bezugszeitraumes gleichgesetzt.

Zur Bestimmung des Beurteilungspegels wird die tatsächliche Geräuscheinwirkung (Wirkpegel) während des Tages auf einen Bezugszeitraum von 16 Stunden (06.00 bis 22.00 Uhr) und zur Nachtzeit (22.00 bis 06.00 Uhr) auf eine volle Stunde („lauteste Nachtstunde“ z.B. 01.00 bis 02.00 Uhr) bezogen.

Treten in einem Geräusch Einzeltöne und Informationshaltigkeit deutlich hörbar hervor, dann sind in den Zeitabschnitten, in denen die Einzeltöne bzw. Informationshaltigkeiten auftreten, dem maßgebenden Wirkpegel von 3 dB(A) bzw. 6 dB(A) hinzuzurechnen.

Die nach dem oben beschriebenen Verfahren ermittelten Beurteilungspegel sollen bestimmte Immissionsrichtwerte, die in der TA Lärm, Abschnitt 6.1 festgelegt sind, nicht überschreiten.

Zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung von Geräuschen wird ein Zuschlag von 6 dB(A) für folgende Teilzeiten berücksichtigt:

An Werktagen	06.00 – 07.00 Uhr
	20.00 – 22.00 Uhr
An Sonn- und Feiertagen	06.00 – 09.00 Uhr
	13.00 – 15.00 Uhr
	20.00 – 22.00 Uhr

Die Berücksichtigung des Zuschlages von 6 dB(A) gilt nur für Wohn-, Kleinsiedlungs- und Kurgelände; jedoch nicht für Kern-, Dorf-, Misch-, Gewerbe- und Industriegebiete.

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte, wie sie in Abschnitt 6.1 der TA Lärm aufgeführt sind, am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

2.9 Ausgangsdaten für die Berechnung

Für die geplanten Windenergieanlagen der Firma Enercon vom Typ E66/18.70 liegt zum einen eine Zusammenfassung der 3 bisher durchgeführten Vermessungen gemäß der FGW-Richtlinien sowie einzelne Messberichte vor. Hiernach wird für den og. Anlagentyp eine Schalleistung von $L_w = 103$ dB(A) bei Referenzbedingungen (Windgeschwindigkeiten von 10 m/s in 10 m Höhe bzw. 95 % der Anlagennennleistung) angegeben. Als Standardabweichung wurde ein Wert von 0,2 dB(A) unter Referenzbedingungen ermittelt.

Hinsichtlich immissionsrelevanter Ton- und Impulshaltigkeit wurden in den Messberichten keine Zuschläge aufgeführt.

Zur Tonhaltigkeit ist anzumerken, dass entsprechend dem Stand der Technik Geräuschemissionen von neuen Windenergieanlagen nicht einzeltonhaltig sein sollten. Auszüge aus den Messberichten bzw. Zusammenfassungen können dem Anhang 2 zum Gutachten entnommen werden.

Bezüglich tieffrequenter Geräusche bzw. Infraschall sind in Anlehnung an Veröffentlichungen bei den vorliegenden Abständen bisher noch keine messbaren gesundheitsschädlichen Geräuschanteile festgestellt worden.

2.9.1 Winddaten

Um auch die meteorologischen Einflüsse (wechselnde Windrichtungen) entsprechend der TA Lärm zu berücksichtigen, wurde die mittlere Windverteilung entsprechend dem Anhang 3 zum Gutachten bei der Untersuchung beachtet.

3. Immissionsberechnung und Beurteilung

Zur Ermittlung der Geräuschimmissionen wurde mittels PC und der Software „SOUNDPLAN“ ein digitales Geländemodell erstellt. Dieses Geländemodell berücksichtigt alle für die Schallausbreitung wichtigen topografischen Gegebenheiten. Die Immissionsberechnung wurde für die nächstgelegene Wohnbebauung der angrenzenden Ortschaften und Kaserne durchgeführt (Obergeschoss). Diese Immissionsorte sind nachstehend aufgeführt und im Lageplan im Anhang 1 zum Gutachten gekennzeichnet.

Tabelle 1

IP	Bezeichnung IP	Nutzungseinstufung
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	WA
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Königernheim	WR
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Königernheim	WA
4	Wohnblock auf dem Kasernengelände	MI

Unter Beachtung eines Zuschlages von 6 dB für die Tageszeit mit erhöhter Empfindlichkeit an Sonn- und Feiertagen von 06.00 bis 09.00 Uhr, 13.00 bis 15.00 Uhr und 20.00 bis 22.00 Uhr für reine und allgemeine Wohngebiete gemäß der TA Lärm ergeben sich folgende Beurteilungspegel an den og. Aufpunkten bei einem kontinuierlichen Betrieb der geplanten Anlagen:

Tabelle 2

IP	Bezeichnung IP	Beurteilungspegel L_p in dB(A)		Immissionsrichtwert in dB(A)	
		Tag*	Nacht	Tag	Nacht
1	Wohnhaus am südöstlichen Ortsrand von Selzen	37	33	55	40
2	Wohnhaus am nordöstlichen Ortsrand von Königernheim	30	27	50	35
3	Wohnhaus am östlichen Ortsrand von Königernheim	31	28	55	40
4	Wohnblock auf dem Kasernengelände	36	36	60	45

* sonn- und feiertags

Die detaillierte Ausbreitungsberechnung kann auch dem Anhang 4 zum Gutachten entnommen werden.

Neben der punktuellen Berechnung für die ungünstigst gelegenen Wohnhäuser erfolgte auch eine flächenhafte Berechnung für das 1. Obergeschoß. Die Berechnungsergebnisse dieser flächenhaften Berechnung sind in einer Rasterlärmkarte im Anhang 5 farblich mit Iso-linien im 2 dB-Abstand wiedergegeben.

Wie die Berechnungsergebnisse verdeutlichen, wird sowohl zur Tages- als auch zur Nachtzeit der jeweilige Immissionsrichtwert deutlich unterschritten. Da die Unterschreitungen an allen aus schalltechnischer Sicht ungünstigsten gewählten Immissionspunkten ≥ 6 dB(A) betragen, wird auch das sog. Irrelevantkriterium der TA Lärm erfüllt; die Betrachtung einer möglichen gewerblichen Geräuschvorbelastung kann daher unberücksichtigt bleiben. Hierzu ist anzumerken, dass, wie eine Ortsbegehung ergab, eine solche gewerbliche Geräuschvorbelastung, nicht vorliegt.

Somit ist im Sinne der TA Lärm die Errichtung und Inbetriebnahme der geplanten Windenergieanlagen vom Typ Enercon E66/18.70 aus schalltechnischer Sicht zulässig.

4. Zusammenfassung

Die Firma G.A.I.A. mbh beabsichtigt, südöstlich der Ortsgemeinde Selzen 3 Windenergieanlagen der Firma Enercon vom Typ E66/18.70 zu errichten und zu betreiben. In einer schalltechnischen Immissionsprognose sind die zu erwartenden Geräuschimmissionen an den nächstgelegenen Wohnhäuser der angrenzenden Ortschaften bzw. für ein Kasernengelände mit Wohnblöcken gemäß den Kriterien der TA Lärm zu ermitteln und zu beurteilen.

Die schalltechnische Untersuchung ergab, dass an allen aus schalltechnischer Sicht ungünstigst gelegenen Wohnhäusern (s. Kennzeichnung im Lageplan, Anhang 1) sowohl zur Tageszeit als auch zur Nachtzeit der jeweils geltende Immissionsrichtwert teils deutlich unterschritten wird (s. hierzu auch Abschnitt 3 und Anhang 4 und Anhang 5). Da auch das Irrelevanzkriterium der TA Lärm eingehalten wird, ist im Sinne der TA Lärm die Errichtung und Inbetriebnahme der Windenergieanlagen vom Typ E66/18.70 aus schalltechnischer Sicht zulässig.

Buchholz, 24.01.2003

Schalltechn. Ingenieurbüro für Gewerbe-
 Vereidigter Sachverständiger
 P. Pies  PAUL PIES
 Dipl. Ing.
 Von der Industrie- und Handelskammer
 zu Koblenz öffentlich bestellter und
 vereidigter Sachverständiger
 Benannte Meisterei nach: St. B. 11. 15.
 Birkenstraße 34 • 68111 • 44
 Tel. 06742/2299 u. 06742/2299 • Fax 06742

Sachverständiger

M. Wons



ENERCON GmbH Dreieck 5 Tel.: 04941 / 927 - 0 26205 Aurich Fax: 04941 / 927 - 109		ENERCON Schalleistungspegel E-66/18.70	Seite 1 v. 1
--	---	--	-----------------

Die Schalleistungspegel der ENERCON E-66 mit 1.800kW Nennleistung und 70m Rotordurchmesser werden wie folgt angegeben:

Anzahl	Vermessener Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie			ENERCON Garantie
	1. Vermessung	2. Vermessung	3. Vermessung	
WEA	E-66/18.70 mit 65m NH	E-66/18.70 mit 98m NH	E-66/18.70 mit 86m NH	Garantierter Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie
Institut	WINDTEST KWK	KÖTTER Consulting Engineers	KÖTTER Consulting Engineers	
Bericht	WT1618/00 vom 21.12.2000	KÖTTER 25716 -1.001 vom 30.11.2001	KÖTTER 26207 -1.001 vom 28.05.2002	
65m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	
86m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
98m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB
114m NH	102,7 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0 dB	103,0 dB(A) 0-1 dB

- Die Schalleistungspegelvermessungen, sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit, wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 13, Stand 01.01.2000, Hamburg, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte), basierend auf der DIN EN61400-11 (Windenergieanlagen, Teil 11: Geräuschimmissionen) mit Stand Februar 2000 durchgeführt. Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen“, Stand Juli 1996). Zur Feststellung der Tonhaltigkeit wurde entsprechend der Technischen Richtlinie nach DIN 45681 (Entwurf, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen“, Stand Januar 1992) verfahren.
- Der Schalleistungspegel für 95% der Nennleistung bezieht sich nach FGW-Richtlinie auf die Referenzwindgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe.
- Aus den drei vorliegenden Meßberichten (WT1618/00, KCE 25716-1.001 und KCE 26207-1.001) lassen sich folgende energetische Mittelwerte bilden: Für den Schalleistungspegel ergibt sich ein Wert von $L_{WA, 95\% \text{ Nennleistung, Mittel}} = 102,9\text{dB(A)}$. In bezug auf die Standardabweichung wurde ein Wert von $S_{95\% \text{ Nennleistung, Mittel}} = 0,2\text{db(A)}$ ermittelt.
- Umgerechnete Schalleistungspegelwerte für die genannten Nabenhöhen ergeben sich als Berechnung aus den Vermessungen der E-66/18.70 der jeweils vermessenen Nabenhöhe.
- ENERCON Anlagen gewährleisten bei ordnungsgemäßer Wartung aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.



SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 26207-1.001

über die Ermittlung der Schallemissionen der Windenergieanlage
Typ Enercon E-66/18.70 in Hückeswagen

Auftraggeber:

Enercon GmbH
Dreerkamp 5

26605 Aurich

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Arno Schällig
Frank Wenzel

Datum:

28.05.2002

4.1.1 Tonhaltigkeit

Eine Tonhaltigkeitsanalyse erfolgt mit den während der Messung aufgezeichneten DAT-Aufnahmen. Zur Auswertung wird ein Frequenzanalysator SA 840/2 eingesetzt. Die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt, die einzelnen Spektren können der Anlage C entnommen werden.

Windgeschwindigkeit v_{10} / m/s	6 ²⁾	7 ²⁾	8	9 ¹⁾
f_T / Hz	—	—	≈ 142	≈ 148
K_{TN} / dB	—	—	0	0

1) v_{10} für 95 % der Nennleistung, hier: 9,0 m/s

2) Für $v_{10} = 6$ m/s und 7 m/s liegen witterungsbedingt keine Meßergebnisse vor

Tabelle 2: Tonhaltigkeit im Nahbereich

Nach dem subjektiven Höreindruck war das Anlagengeräusch nicht tonhaltig.

4.1.2 Impulshaltigkeit

Zur Bestimmung der Impulshaltigkeit K_{IN} im Nahbereich ist die Differenz zwischen Mittelungspegel L_{Aeq} und Taktmaximalpegel L_{AFTeq} (Taktzeit: 5 s) zu bilden. Die für jede Windklasse (bis max. 95 % Nennleistung) ermittelten Pegeldifferenzen sind nach [4] ganzzahlig zu runden und als Impulzzuschlag zu vergeben, wenn sich ein Wert > 2 dB ergibt.

Die Ergebnisse zur Impulshaltigkeit sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Einzelheiten können der Anlage D entnommen werden.

Windgeschwindigkeit v_{10} /m/s	6 ²⁾	7 ²⁾	8	9 ¹⁾
$L_{AFTeq} - L_{Aeq}$ / dB	—	—	1,9	1,9
K_{IN} / dB	—	—	0	0

1) v_{10} für 95 % der Nennleistung, hier: 9,0 m/s

2) Für $v_{10} = 6$ m/s und 7 m/s liegen witterungsbedingt keine Meßergebnisse vor

Tabelle 3: Impulshaltigkeit im Nahbereich

Auffällige Geräusche, wie z.B. aus der Azimutverstellung usw., wurden nicht festgestellt.

4.1.3 Schalleistungspegel

Aus dem hintergrundgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c}$ am Referenzmeßpunkt (siehe Tabelle 1) wird der immissionsrelevante Schalleistungspegel L_W nach [1] wie folgt bestimmt:

$$L_W = L_{Aeq,c} - 6 + 10 \lg \left(4\pi \cdot \frac{R_1^2}{S_0} \right)$$

$R_1 \hat{=}$ Abstand Rotormittelpunkt - Mikrophon (151,97m)

$S_0 \hat{=}$ Bezugsfläche ($\hat{S}_0 = 1 \text{ m}^2$)

Die Konstante von 6 dB in obiger Gleichung trägt der Schalldruckpegelerhöhung auf einer schallharten Platte Rechnung.

In Tabelle 4 sind zusammenfassend Schalleistungspegel sowie Ton- und Impulsschläge für die vorliegenden Windgeschwindigkeiten angegeben:

P / kW	≈ 650	≈ 995	≈ 1410	≈ 1710
$v_{P,10}$ / m/s	6 ²⁾	7 ²⁾	8	9 ¹⁾
L_W / dB(A)	—	—	101,4 ^{*)}	103,0 ^{*)}
K_{IN} / dB	—	—	0	0
K_{TN} / dB	—	—	0	0

1) v_{10} für 95 % der Nennleistung, hier: 9,0 m/s

2) Für $v_{10} = 6 \text{ m/s}$ und 7 m/s liegen witterungsbedingt keine Meßergebnisse vor

*) Abstand < 6 dB(A) zwischen $L_{Aeq,WEA \text{ ein}}$ und Hintergrundgeräusch

Tabelle 4: Schalleistungspegel mit Ton- und Impulshaltigkeit im Nahbereich

Die Ergebnisse beziehen sich auf die vermessene Anlage unter Zugrundelegung der in Anlage D angegebenen Leistungskurve.

Auszug aus dem Prüfbericht

Seite 1

Stamtblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen"
 Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte

Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. Flotowstraße 41-43, D-22083 Hamburg)

Auszug aus dem Prüfbericht Nr.: Nr.: 26207-1.001
 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-66/18.70 in Hückeswagen

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)	
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	1800 kW
Seriennummer:	70494	Rotordurchmesser:	70m
WEA-Standort (ca.):	42499 Hückeswagen GK RW 25.92.350 GK HW 56.67.312	Nabenhöhe über Grund:	86m
		Turbmbauart:	kon. Rohr + Sockel
		Leistungsregelung:	Blattverstellung
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerang.)	
Rotorblatthersteller:	Enercon	Getriebehersteller:	entfällt
Rotorblatttyp:	Enercon	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-66/18.70, Ringbauweise
Rotordrehzahlbereich:	8-22 U/min	Generatormendrehzahl:	8-22 U/min

Prüfbericht zur Leistungskurve: Leistungskurvenmessung DEWI-PV 0002-05-F, Deutsches Windenergie-Institut GmbH

	Referenzpunkt		Bemerkungen
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schallemissions-Parameter	
Schalleistungs-Pegel L_{WAP}	8 ms^{-1} 9 ms^{-1} --- ---	101,4 dB(A) 103,0 dB(A) --- ---	
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	8 ms^{-1} 9 ms^{-1} --- ---	0 dB 0 dB --- ---	
Impulszuschlag für den Nahbereich K_{IN}	8 ms^{-1} 9 ms^{-1} --- ---	0 dB 0 dB --- ---	

Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9,0 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechen 95% der Nennleistung hier 1710 kW

Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
L_{WAP}	59,4	62,1	67,6	71,1	74,8	78,4	88,4	92,4	87,4	89,3	93,5	89,8	90,2	91,5	91,1	90,4
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
L_{WAP}	91,4	90,8	91,9	91,3	89,9	88,9	84,9	81,5	78,4	75,2	71,0	66,8	70,6	69,3	66,1	68,8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung. Die Angaben ersetzen nicht den o.g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: Der Abstand zwischen eingeschalteter und ausgeschalteter Windenergieanlage betrug während der Messung <5 dB(A) zwischen WEA an und Hintergrundgeräusch, witterungsbedingt konnten für $v_{10} = 6 m/s$ und $7 m/s$ keine Minutenmittelwerte erfaßt werden.

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers - Rheine -



Datum: 28.05.2002

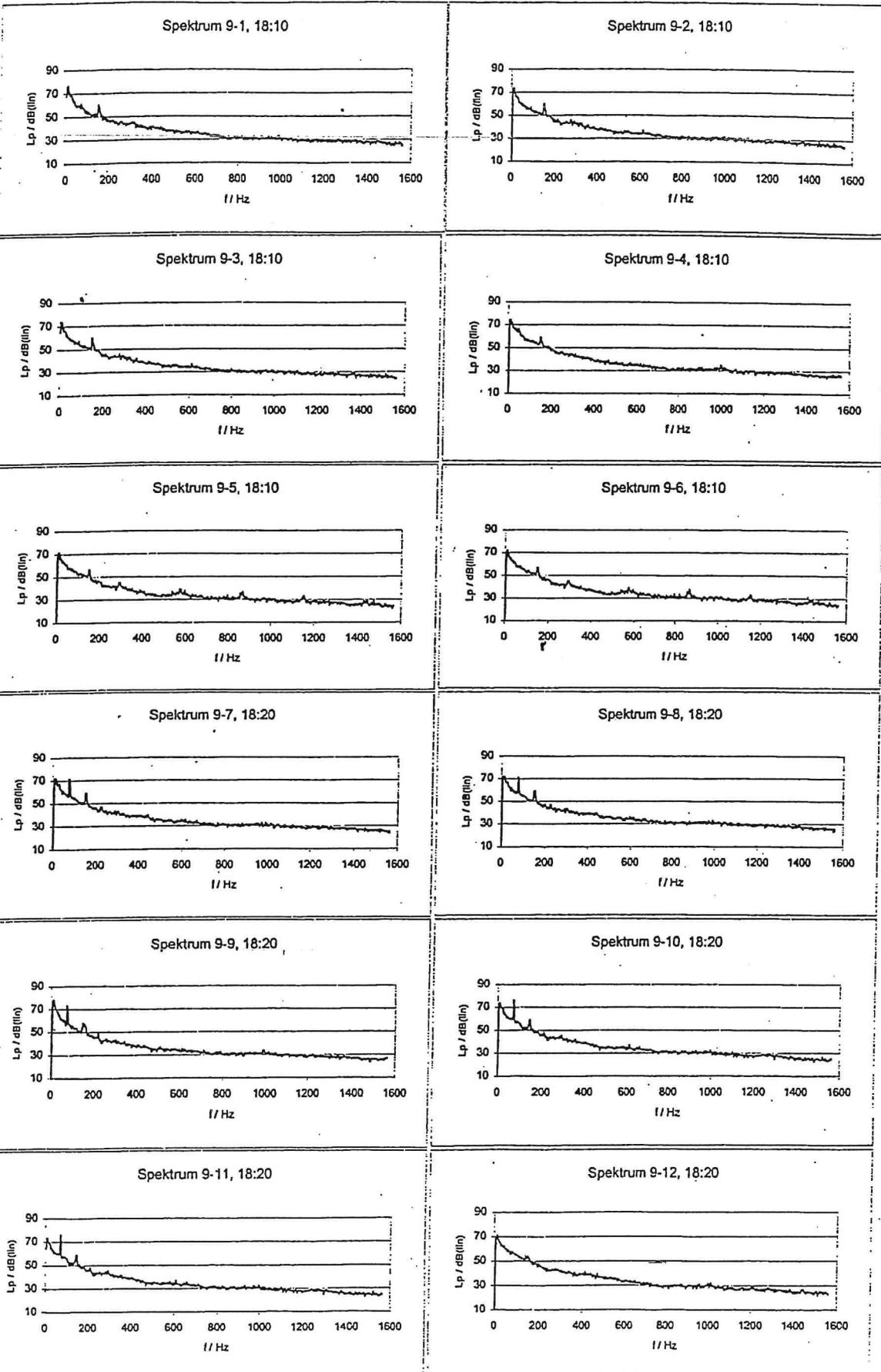
Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
 Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 90.43
Arno Schäfers

Auswertungen zur Impulshaltigkeit

Enercon E-66/18.70 Standort Hückeswagen

Zeit	L _{AFeq} dB(A)	L _{AFTeq} dB(A)	standardisierte vp, 10 ln m/s	Mittelwert je bin		L _{AFeq} dB(A)	L _{AFTeq} dB(A)	L _{AFTeq} -L _{AFeq} dB(A)	K _{IN} dB
				Mittelwert V _{p 10} /m/s					
18:36	56,7	59,1	9,1	8,9	56,3	58,2	1,9	0	
16:19	56,4	58,0	9,1						
15:49	57,0	59,0	9,1						
16:02	57,1	58,8	9,1						
18:20	57,0	59,4	9,0						
18:32	56,2	58,3	9,0						
18:10	55,8	58,1	9,0						
16:25	56,5	57,9	9,0						
18:53	55,4	57,5	8,9						
18:54	55,8	57,6	8,9						
18:12	55,7	57,4	8,9						
18:34	56,9	59,2	8,9						
16:22	56,8	58,4	8,9						
18:11	54,8	56,6	8,8						
18:37	56,6	58,7	8,8						
18:07	54,7	56,8	8,8						
18:45	56,1	58,2	8,8						
16:21	57,0	58,9	8,8						
16:33	55,8	57,5	8,7						
16:24	56,7	58,0	8,7						
18:26	55,8	57,7	8,7						
18:49	56,6	58,7	8,6						
16:31	56,9	58,2	8,6						
				Mittelwert	L _{AFeq}	L _{AFTeq}	L _{AFTeq} -L _{AFeq}	K _{IN}	
18:21	54,8	56,8	8,5	V _{p 10} /m/s	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	
16:01	56,4	58,3	8,5	8,1	55,2	57,2	1,9	0	
16:20	56,2	58,1	8,4						
18:29	54,8	56,5	8,4						
18:23	54,8	56,8	8,3						
15:53	56,6	58,9	8,3						
18:22	55,6	57,7	8,2						
18:06	55,0	56,7	8,2						
18:08	54,3	56,0	8,1						
18:28	53,9	55,8	8,1						
18:25	54,9	56,8	8,1						
18:55	55,1	56,7	8,0						
18:42	55,6	57,4	8,0						
15:52	56,0	57,8	8,0						
18:13	55,1	57,0	8,0						
18:27	55,4	57,5	7,9						
18:57	53,8	55,3	7,9						
16:32	55,9	57,3	7,8						
18:14	55,1	56,9	7,7						
15:50	55,3	58,4	7,6						
18:50	53,8	55,5	7,6						

Spektren, $v_{10} = 9,0 \text{ m/s}$, entsprechend 95% der Nennleistung ($P = 1710 \text{ kW}$)



Projekt:
Selzen-Köngernheim
 G.A.I.A. mbH
 Königsberger Str. 22
 D - 67245 Lamsheim

Beschreibung:
 Windparkstandort Selzen-Köngernheim
 in der Verbandsgemeinde Nierstein-Oppenheim, Landkreis Mainz-Bingen,
 Bundesland Rheinland-Pfalz.
 Mikrostandort etwa 2 km nordöstlich von Köngernheim, 1,7 km südöstlich von
 Selzen und etwa 3 km westlich von Dexheim gelegen.

Ausdruck/Seite
 01.10.2002 15:28 / 4
 Lizensierter Anwender:
CUBE Engineering GmbH
 Ludwig-Erhard-Str. 10
 D-34131 Kassel
 +49 561 34338
 Dipl.-Geogr. Oliver Grüning
 Benutzt:
 01.10.2002 15:27/2.2.1.11

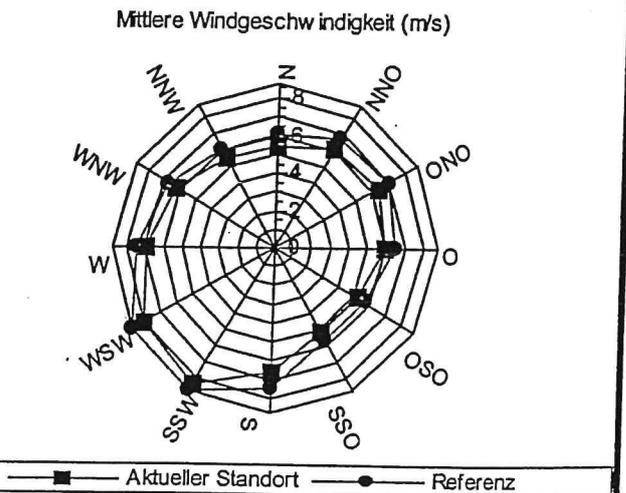
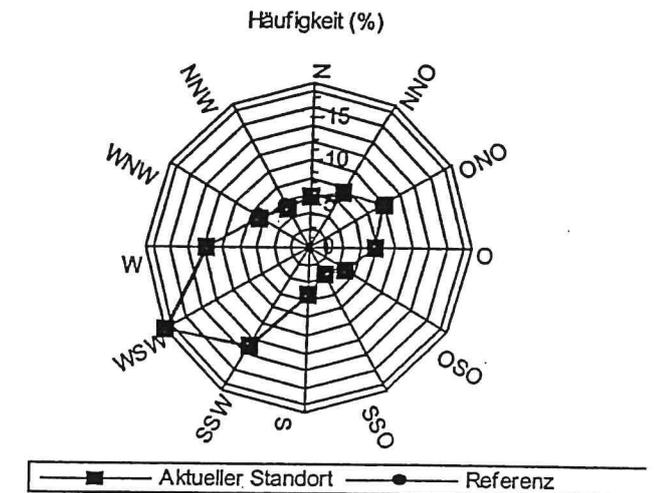
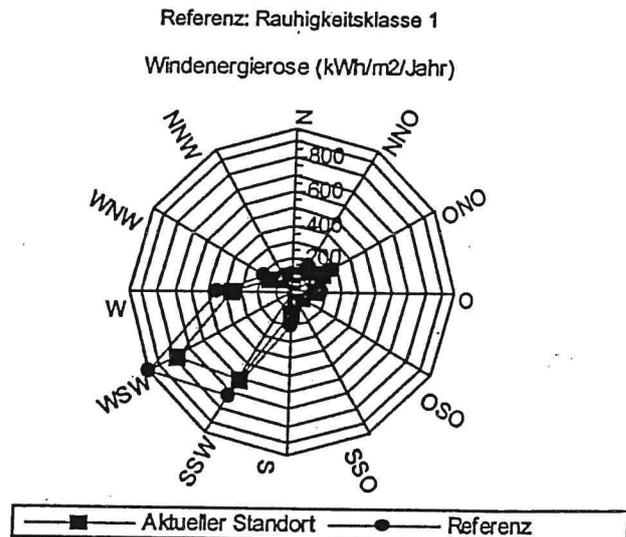
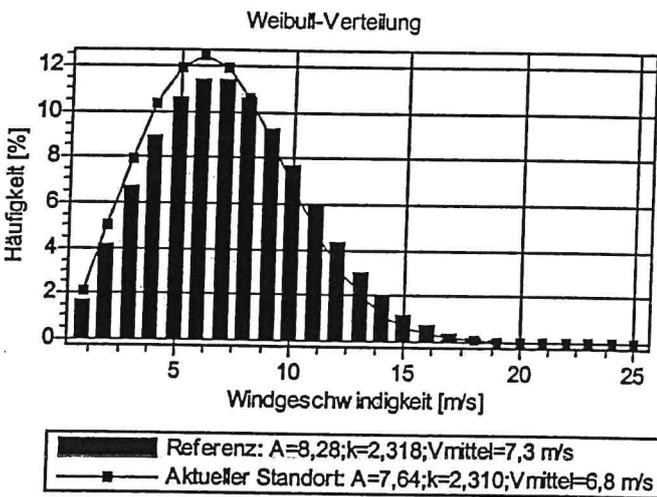
WASP interface - Analyse der Windverhältnisse

Berechnung: Referenzpunkt Mitte, E-66/18.70 Winddaten: A - Referenzpunkt Mitte; Nabenhöhe: 114,5

Standortkoordinaten
 GK Zone: 3 Ost 3.447.672 Nord: 5.524.098
 Windstatistiken DE Rheinhessen.lib

Weibull-Daten

Sektor	Aktueller Standort			Referenz			
	A-Parameter [m/s]	Windgeschwindigkeit [m/s]	k-Parameter	Häufigkeit [%]	A-Parameter [m/s]	k-Parameter	Häufigkeit [%]
0 N	6,15	5,47	2,600	5,7	8,88	2,630	5,7
1 NNO	6,05	6,18	2,640	7,2	7,59	2,617	7,2
2 ONO	7,14	6,34	2,620	10,0	7,88	2,577	9,7
3 O	6,67	5,91	2,430	7,8	7,28	2,371	7,7
4 OSO	5,98	5,30	2,220	5,0	6,44	2,204	5,0
5 SSO	5,90	5,14	2,290	3,6	6,39	2,201	3,6
6 S	7,48	6,63	2,330	5,3	6,40	2,353	5,5
7 SSW	9,41	8,36	2,660	12,9	9,88	2,642	13,2
8 WSW	9,07	8,07	2,740	18,9	9,70	2,678	18,4
9 W	7,66	6,96	2,330	11,0	6,46	2,332	11,7
10 WNW	7,01	6,21	2,200	6,7	7,05	2,162	6,8
11 NNW	6,18	5,47	2,260	5,2	6,78	2,253	5,4
Gesamt	7,64	6,77	2,310	100,0	8,28	2,318	100,0



Windenergieanlagen bei Seizen Ausbreitungsberechnung

Name	Quellentyp	Lw dB(A)	I oder S m,m²	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Cmet dB	Re dB(A)	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
Name P1 Seizen														
		IRW Tag 55 dB(A)	IRW Nacht 40 dB(A)	LrT 36,6 dB(A)	LrN 33,0 dB(A)									
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	918,11	70,3	2,2		2,7			30,8	34,4	30,8
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	1209,17	72,6	2,9		3,4	0,0		27,1	30,7	27,1
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	1427,64	74,1	3,3		3,8	0,3		24,6	28,2	24,6
Name P2 Königernheim														
		IRW Tag 50 dB(A)	IRW Nacht 35 dB(A)	LrT 30,2 dB(A)	LrN 26,6 dB(A)									
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	1482,09	74,4	3,4		3,9	0,5		23,7	27,4	23,7
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	1754,58	75,9	3,7		4,4	0,9		21,2	24,8	21,2
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	1972,91	76,9	3,8		4,8	1,1		19,4	23,0	19,4
Name P3 Königernheim														
		IRW Tag 55 dB(A)	IRW Nacht 40 dB(A)	LrT 31,1 dB(A)	LrN 27,5 dB(A)									
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	1388,34	73,8	3,4		3,7	0,4		24,7	28,3	24,7
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	1644,43	75,3	3,6		4,2	0,8		22,1	25,7	22,1
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	1855,50	76,4	3,8		4,6	1,0		20,3	23,9	20,3
Name P4 Kaseme														
		IRW Tag 60 dB(A)	IRW Nacht 45 dB(A)	LrT 35,5 dB(A)	LrN 35,5 dB(A)									
WEA 3	Punkt	103,0		3,0	759,76	68,6	2,0		2,4			33,0	33,0	33,0
WEA 2	Punkt	103,0		3,0	932,29	70,4	2,6		2,8			30,3	30,3	30,3
WEA 1	Punkt	103,0		3,0	1227,59	72,8	3,2		3,4			26,6	26,6	26,6

Windenergieanlagen bei Selzen Ausbreitungsberechnung

Legende

Name	Name der Quelle
Quellentyp	Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
Lw	Anlagenleistung
I oder S	Größe der Quelle (Länge oder Fläche)
Ko	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
s	Entfernung Emissionsort-IO
Adiv	Mittlere Entfernungsmindeung
Agr	Mittlerer Bodeneffekt
Abar	Mittlere Einfügedämpfung
Aatm	Mittlere Dämpfung durch Luftabsorption
Cmet	Mittlere meteorologische Korrektur, Windeinfluß
Re	Reflexanteil
Ls	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort
LrT	Teilbeurteilungspegel Tag
LrN	Teilbeurteilungspegel Nacht
	dB(A)
	m, m ²
	dB
	m
	dB
	dB(A)
	dB(A)
	dB(A)
	dB(A)

Anhang 5

Ingenieurbüro Paul Pies

Birkenstraße 34
56154 Boppard - Buchholz

Fon : 06742/2299
Fax : 06742/3742
e-mail :
wons@schallschutz-pies.de

dB (A) - Skala

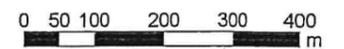
<= 25,0	<= 25,0
25,0 <	<= 27,0
27,0 <	<= 29,0
29,0 <	<= 31,0
31,0 <	<= 33,0
33,0 <	<= 35,0
35,0 <	<= 37,0
37,0 <	<= 39,0
39,0 <	<= 41,0
41,0 <	<= 43,0
43,0 <	<= 45,0
45,0 <	<= 47,0
47,0 <	<= 49,0
49,0 <	<= 49,0

Legende

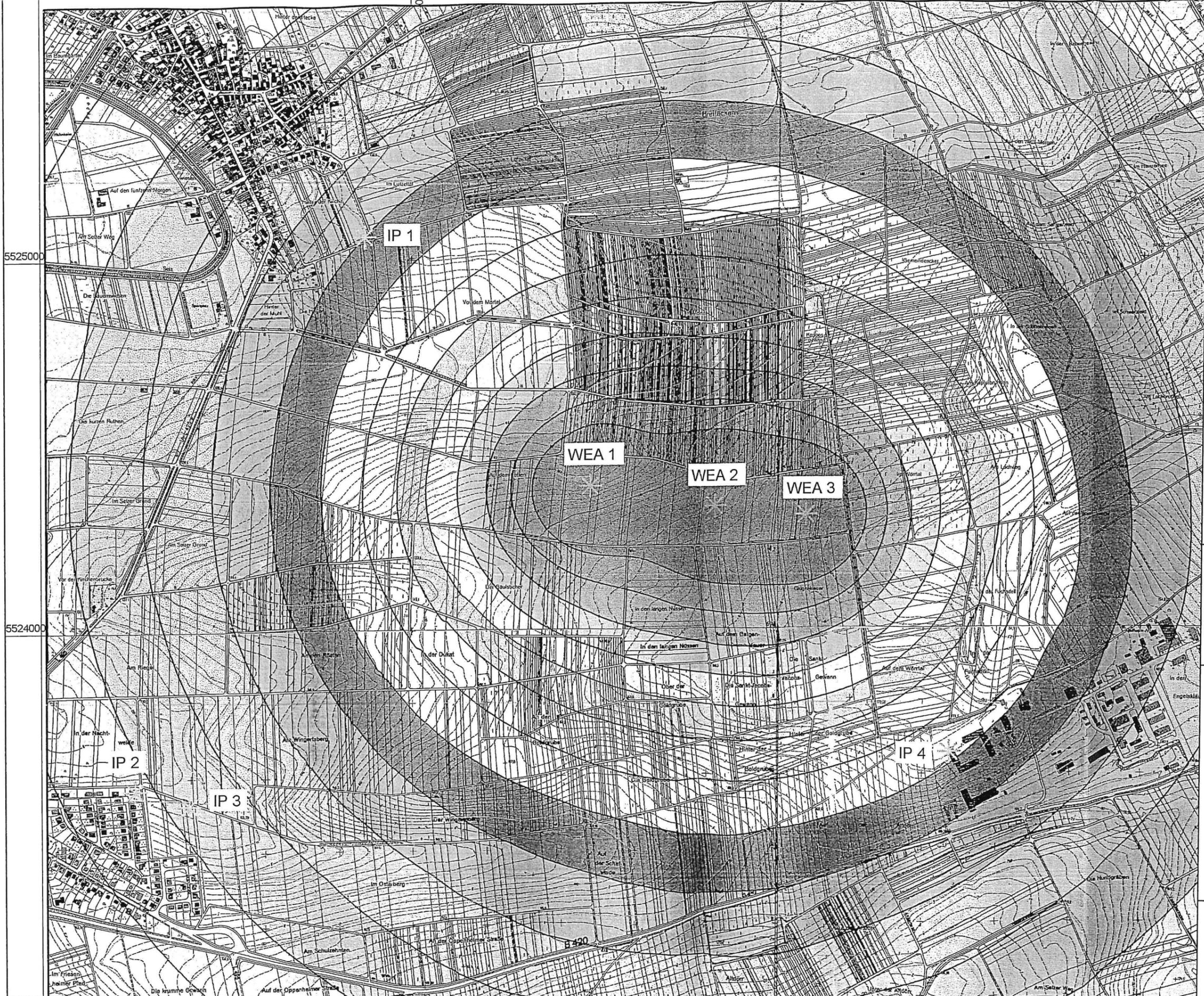
-  Punktschallquelle
-  Immissionsort
-  Höhenlinie



Maßstab 1:10000



Geräuschsituation
nachts (lauteste Stunde)
1. Obergeschoß



3447000 1498000 449000 5525000 5524000 5523000 344700 3448000 3449000

Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
23.06.2008 08:11 / 1
Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
20.06.2008 21:22/2.2.1.12

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Selzen 3x E-48 und 2x E-53

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)
Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).
- Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.



Maßstab 1:40.000

▲ Neue WKA * Existierende WKA ▲ Schatten Rezeptor

WKA

GK Zone: 3				WKA Typ							
	Ost	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord.	Höhe	Drehzahl
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[Drehzahl]
1	3.447.620	5.523.970	168	WEA 1	Ja	ENERCON	E-53	800	52,9	73,2	29,0
2	3.447.862	5.523.963	169	WEA 2	Ja	ENERCON	E-53	800	52,9	73,2	29,0
3	3.447.444	5.524.278	163	WEA 1	Ja	ENERCON	E-48	800	48,0	76,0	29,0
4	3.447.803	5.524.332	169	WEA 2	Ja	ENERCON	E-48	800	48,0	76,0	29,0
5	3.448.086	5.524.374	169	WEA 3	Ja	ENERCON	E-48	800	48,0	76,0	29,0

Schatten Rezeptor-Eingabe

Bez.	Name	GK Zone: 3			Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Ausrichtung des Fensters
		Ost	Nord	Z					
				[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	Köngernheim Ost	3.446.412	5.523.461	133	1,0	1,0	2,0	-123,6	90,0
B	Köngernheim Nordost	3.446.180	5.523.573	130	1,0	1,0	2,0	-115,5	90,0
C	Selzen Südost	3.446.807	5.525.045	133	1,0	1,0	2,0	-44,2	90,0
D	Kaserne West	3.448.463	5.523.689	170	1,0	1,0	2,0	-230,0	90,0

Berechnungsergebnisse

Bez.	Name	Schattenwurf, 'worst case'		
		Schattendauer in Stunden pro Jahr	Anzahl der Tage mit Schatten	Max. Schattenwurf in Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
A	Köngernheim Ost	8:34	78	0:10
B	Köngernheim Nordost	7:34	75	0:10
C	Selzen Südost	10:04	56	0:20
D	Kaserne West	17:56	69	0:24

Projekt:

Selzen

Ausdruck/Seite

23.06.2008 08:11 / 2

Lizenzierter Anwender:

Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:

20.06.2008 21:22/2.2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen 3x E-48 und 2x E-53 **Schatten Rezeptor:** A - Kögernheim Ost

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).

Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).

Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:25 16:36	08:02 17:21	07:13 18:08	07:06 19:58	06:06 20:44	06:29 (2) 05:25	05:23 21:39	05:51 (4) 05:56	06:27 (1) 20:13	06:41 19:08	07:26 17:06	07:15 16:30
2	08:25 16:37	08:01 17:22	07:11 18:10	07:04 19:59	06:04 20:46	06:29 (2) 06:37 (2)	05:24 21:37	05:52 (4) 05:58 (4)	06:28 (1) 20:11	06:43 19:06	07:27 17:05	07:17 16:29
3	08:25 16:38	07:59 17:24	07:09 18:12	07:02 20:01	06:02 20:47	06:28 (2) 06:36 (2)	05:23 21:28	05:52 (4) 05:58 (4)	06:30 (1) 20:09	06:44 19:04	07:29 17:03	07:19 16:29
4	08:25 16:39	07:58 17:26	07:06 18:13	07:00 20:03	06:01 20:49	06:28 (2) 06:36 (2)	05:23 21:29	05:53 (4) 05:58 (4)	06:34 (1) 20:07	06:46 19:02	07:31 17:01	07:20 16:28
5	08:25 16:41	07:56 17:28	07:04 18:15	06:58 20:04	05:59 20:50	06:29 (2) 06:35 (2)	05:22 21:30	05:54 (4) 05:58 (4)	06:02 21:05	06:47 20:05	07:32 18:59	07:22 17:00
6	08:25 16:42	07:55 17:29	07:02 18:17	06:56 20:06	05:57 20:52	06:31 (2) 06:35 (2)	05:21 21:31	05:55 (4) 05:59 (4)	06:03 21:03	06:49 20:03	07:34 18:57	07:24 16:58
7	08:24 16:43	07:53 17:31	07:00 18:18	06:54 20:07	05:56 20:53	06:35 (2) 21:32	05:21 21:32	05:48 (4) 05:52 (4)	06:04 21:01	06:39 (2) 06:45 (2)	07:35 18:55	07:25 16:57
8	08:24 16:44	07:51 17:33	06:58 18:20	06:51 20:09	05:54 20:55	05:54 21:33	05:21 21:33	05:48 (4) 05:54 (4)	06:06 21:00	06:38 (2) 06:44 (2)	07:37 18:53	07:27 16:55
9	08:24 16:45	07:50 17:34	06:56 18:21	06:49 20:10	05:52 20:56	06:20 (1) 06:24 (1)	05:20 21:33	05:48 (4) 05:54 (4)	06:07 20:58	06:38 (2) 06:46 (2)	07:38 18:51	07:29 16:53
10	08:23 16:47	07:48 17:36	06:54 18:23	06:47 20:12	05:51 20:58	06:19 (1) 06:25 (1)	05:20 21:34	05:47 (4) 05:53 (4)	06:09 20:56	06:37 (2) 06:45 (2)	07:40 18:49	07:30 16:52
11	08:23 16:48	07:46 17:38	06:52 18:25	06:45 20:13	05:49 20:59	06:25 (1) 06:26 (1)	05:19 21:35	05:47 (4) 05:53 (4)	06:10 20:54	06:45 (2) 06:38 (2)	07:41 18:47	07:32 16:51
12	08:22 16:49	07:45 17:40	06:50 18:26	06:43 20:15	05:48 21:01	06:16 (1) 06:26 (1)	05:19 21:36	05:47 (4) 05:55 (4)	06:12 20:53	06:44 (2) 06:39 (2)	07:43 18:45	07:33 16:49
13	08:22 16:51	07:43 17:41	06:48 18:28	06:41 20:17	05:46 21:02	06:17 (1) 06:27 (1)	05:19 21:36	05:49 (4) 05:55 (4)	06:13 20:51	06:39 (2) 06:43 (2)	07:45 18:43	07:35 16:48
14	08:21 16:52	07:41 17:43	06:45 18:30	06:39 20:18	05:45 21:04	06:15 (1) 06:25 (1)	05:19 21:37	05:49 (4) 05:55 (4)	06:15 20:49	07:01 19:45	07:46 18:41	07:37 16:46
15	08:20 16:54	07:39 17:45	06:43 18:31	06:37 20:20	05:43 21:05	06:16 (1) 06:26 (1)	05:19 21:37	05:49 (4) 05:55 (4)	06:16 20:56	07:02 19:43	07:48 18:38	07:38 16:45
16	08:20 16:55	07:38 17:47	06:41 18:33	06:35 20:21	05:42 21:07	06:17 (1) 06:25 (1)	05:18 21:38	05:49 (4) 05:57 (4)	06:18 20:54	07:03 19:41	07:49 18:36	07:40 16:44
17	08:19 16:57	07:36 17:48	06:39 18:34	06:33 20:23	05:41 21:08	06:18 (1) 06:26 (1)	05:18 21:38	05:49 (4) 05:57 (4)	06:19 20:53	07:05 19:39	07:51 18:34	07:42 16:43
18	08:18 16:58	07:34 17:50	06:37 18:36	06:31 20:24	05:39 21:09	06:18 (1) 06:22 (1)	05:18 21:39	05:49 (4) 05:57 (4)	06:21 20:41	07:06 19:36	07:52 18:32	07:43 16:41
19	08:17 17:00	07:32 17:52	06:35 18:37	06:29 20:26	05:38 21:11	06:18 (1) 06:27 (1)	05:18 21:39	05:49 (4) 05:57 (4)	06:22 20:40	07:08 19:34	07:53 18:30	07:45 16:40
20	08:16 17:01	07:30 17:53	06:32 18:39	06:27 20:27	05:37 21:12	06:26 (1) 06:35 (1)	05:19 21:39	05:49 (4) 05:57 (4)	06:23 20:38	07:09 19:32	07:56 18:28	07:46 16:39
21	08:15 17:03	07:28 17:55	06:30 18:41	06:25 20:29	05:36 21:13	06:25 (1) 06:34 (1)	05:19 21:40	05:49 (4) 05:57 (4)	06:25 20:36	07:11 19:30	07:57 18:27	07:48 16:38
22	08:14 17:04	07:26 17:57	06:28 18:42	06:23 20:31	05:34 21:15	06:32 (1) 06:41 (1)	05:19 21:40	05:49 (4) 05:57 (4)	06:26 20:34	07:12 19:28	07:59 18:25	07:49 16:37
23	08:13 17:06	07:24 17:58	06:26 18:44	06:21 20:32	05:33 21:16	05:59 (5) 06:03 (5)	05:19 21:40	05:50 (4) 05:58 (4)	06:28 20:32	07:14 19:25	08:01 18:23	07:51 16:36
24	08:12 17:07	07:23 18:00	06:24 18:45	06:19 20:34	05:32 21:17	06:02 (5) 06:02 (5)	05:19 21:40	05:50 (4) 05:58 (4)	06:29 20:30	07:15 19:23	08:02 18:21	07:52 16:35
25	08:11 17:09	07:21 18:02	06:22 18:47	06:17 20:35	05:31 21:18	06:02 (5) 06:02 (5)	05:20 21:40	05:50 (4) 05:58 (4)	06:31 20:28	07:17 19:21	08:04 17:19	07:54 16:34
26	08:10 17:11	07:19 18:03	06:19 18:48	06:15 20:37	05:30 21:20	06:02 (5) 06:02 (5)	05:20 21:40	05:51 (4) 05:59 (4)	06:32 20:26	07:18 19:19	08:05 17:17	07:55 16:33
27	08:09 17:12	07:17 18:05	06:17 18:50	06:13 20:38	05:29 21:21	06:01 (5) 06:01 (5)	05:21 21:40	05:51 (4) 05:59 (4)	06:34 20:24	07:20 19:17	08:07 17:15	07:57 16:33
28	08:07 17:14	07:15 18:07	06:15 18:52	06:11 20:40	05:28 21:22	06:02 (5) 06:02 (5)	05:21 21:40	05:52 (4) 05:58 (4)	06:35 20:22	07:21 19:15	08:09 17:13	07:58 16:32
29	08:06 17:16	07:13 18:53	06:10 19:41	06:10 20:41	05:27 21:23	06:02 (5) 06:02 (5)	05:21 21:40	05:52 (4) 05:58 (4)	06:37 20:19	07:23 19:12	08:10 17:12	08:00 16:31
30	08:05 17:17	07:11 19:55	06:08 20:43	06:08 20:43	05:26 21:24	06:02 (2) 06:35 (2)	05:22 21:40	05:53 (4) 05:59 (4)	06:38 20:17	07:24 19:10	08:12 17:10	08:01 16:30
31	08:03 17:19	07:09 19:56	06:07 20:43	06:07 20:43	05:25 21:25	06:02 (1) 21:25	05:19 21:40	05:55 21:12	06:40 20:15	07:14 19:08	08:14 17:08	08:25 16:35
Stunden mit Sonnenschein	268	282	368	412	477	152	488	492	68	380	335	254
Summe, 'worst case'				4			174	116				

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang	(WKA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende	(WKA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten		

Projekt:

Selzen

Ausdruck/Seite

23.06.2008 08:11 / 3

Lizenzierter Anwender:

Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:

20.06.2008 21:22/2.2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen 3x E-48 und 2x E-53 **Schatten Rezeptor:** B - Köngernheim Nordost

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).

Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).

Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mal	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:26 16:36	08:02 17:21	07:13 18:08	07:06 19:58	06:06 20:44	05:25 21:26	05:55 (3) 05:23 10 06:05 (3)	05:23 21:39 11:11	05:56 21:11	06:41 20:13	07:26 19:08	07:15 17:06	08:02 16:30
2	08:25 16:37	08:01 17:23	07:11 18:10	07:04 19:59	06:04 20:46	05:24 21:27	05:57 (3) 05:23 8 06:05 (3)	05:23 21:09 12:08	05:57 21:09	06:26 (5) 06:43	07:27 19:06	07:17 17:05	08:04 16:29
3	08:25 16:38	07:59 17:24	07:09 18:12	07:02 20:01	06:02 20:47	05:23 21:28	05:56 (3) 05:24 8 06:04 (3)	05:24 21:39 4 06:10 (3)	05:59 21:08	06:26 (5) 06:44	07:29 19:04	07:19 17:03	08:05 16:29
4	08:25 16:39	07:58 17:26	07:06 18:13	07:00 20:03	06:01 20:49	05:23 21:29	05:58 (3) 05:24 4 06:09 (3)	05:25 21:39 4 06:09 (3)	06:00 21:06	06:27 (5) 06:46	07:31 19:02	07:20 17:01	08:06 16:28
5	08:25 16:41	07:56 17:28	07:04 18:15	06:58 20:04	05:59 20:50	05:22 21:30	05:57 (3) 05:25 8 06:05 (3)	05:25 21:38 6 06:10 (3)	06:02 21:05	06:28 (5) 06:47	07:32 19:00	07:22 17:00	08:08 16:28
6	08:25 16:42	07:55 17:29	07:02 18:17	06:56 20:06	05:57 20:52	05:21 21:31	05:59 (3) 05:26 6 06:05 (3)	05:26 21:38 6 06:11 (3)	06:03 21:03	06:49 20:03	07:34 18:57	07:24 16:58	08:09 16:27
7	08:25 16:43	07:53 17:31	07:00 18:18	06:54 20:07	05:56 20:53	05:21 21:32	05:59 (3) 05:27 6 06:04 (3)	05:27 21:37	06:04 21:01	06:50 20:00	07:35 18:55	07:25 16:57	08:10 16:27
8	08:24 16:44	07:51 17:33	06:58 18:20	06:51 20:09	05:54 20:55	05:21 21:33	05:54 06:18 (5) 4 06:22 (5)	05:28 21:33	06:04 21:37	06:06 21:00	07:37 18:53	07:27 16:55	08:11 16:27
9	08:24 16:45	07:50 17:35	06:56 18:21	06:49 20:10	05:53 20:56	05:20 21:34	06:16 (5) 05:20 4 06:20 (5)	05:20 21:33	06:03 21:37	06:07 21:00	07:38 18:53	07:29 16:53	08:12 16:27
10	08:23 16:47	07:48 17:36	06:54 18:23	06:47 20:12	05:51 20:58	05:20 21:35	06:15 (5) 05:19 6 06:21 (5)	05:20 21:34	06:04 21:36	06:09 21:00	07:40 18:54	07:30 16:52	08:13 16:26
11	08:23 16:48	07:46 17:38	06:52 18:25	06:45 20:13	05:49 20:59	05:19 21:35	06:16 (5) 05:19 4 06:20 (5)	05:19 21:35	06:05 21:37	06:10 20:54	07:41 18:52	07:32 16:51	08:14 16:26
12	08:22 16:49	07:45 17:40	06:50 18:26	06:43 20:15	05:48 21:01	05:19 21:36	06:17 (5) 05:19 4 06:20 (5)	05:19 21:36	06:06 21:38	06:11 20:54	07:43 18:51	07:33 16:51	08:15 16:26
13	08:22 16:51	07:43 17:41	06:48 18:28	06:41 20:17	05:46 21:02	05:19 21:36	06:11 (4) 05:19 4 06:15 (4)	05:19 21:36	06:12 21:34	06:13 20:53	07:45 18:49	07:35 16:48	08:16 16:26
14	08:21 16:52	07:41 17:43	06:45 18:30	06:39 20:18	05:45 21:04	05:19 21:37	06:09 (4) 05:19 4 06:13 (4)	05:19 21:37	06:06 21:32	06:15 20:49	07:46 18:41	07:37 16:46	08:17 16:26
15	08:20 16:54	07:39 17:45	06:43 18:31	06:37 20:20	05:43 21:05	05:19 21:37	06:08 (4) 05:19 6 06:14 (4)	05:19 21:37	06:05 21:31	06:16 20:47	07:48 18:38	07:38 16:45	08:18 16:26
16	08:20 16:55	07:38 17:47	06:41 18:33	06:35 20:21	05:42 21:07	05:19 21:38	06:14 (4) 05:18 6 06:09 (4)	05:18 21:38	06:06 21:31	06:18 20:45	07:49 18:36	07:39 16:44	08:19 16:27
17	08:19 16:57	07:36 17:48	06:39 18:34	06:33 20:23	05:41 21:08	05:18 21:38	06:08 (4) 05:18 6 06:14 (4)	05:18 21:38	06:07 21:30	06:19 20:43	07:51 18:34	07:42 16:43	08:20 16:27
18	08:18 16:58	07:34 17:50	06:37 18:36	06:31 20:24	05:39 21:09	05:18 21:39	06:08 (4) 05:18 4 06:14 (4)	05:18 21:39	06:08 20:41	06:21 20:41	07:52 18:32	07:43 16:41	08:20 16:27
19	08:17 17:00	07:32 17:52	06:35 18:37	06:29 20:26	05:38 21:11	05:18 21:40	06:09 (4) 05:18 4 06:13 (4)	05:18 21:40	06:09 21:28	06:22 20:40	07:54 18:30	07:45 16:40	08:21 16:27
20	08:16 17:01	07:30 17:53	06:32 18:39	06:27 20:27	05:37 21:12	05:19 21:41	06:09 (4) 05:19 8 06:57 (2)	05:19 21:41	06:23 20:38	06:51 (1) 19:32	07:56 18:28	07:46 16:39	08:22 16:28
21	08:15 17:03	07:28 17:55	06:30 18:41	06:25 20:29	05:36 21:13	05:19 21:42	06:49 (2) 05:36 6 06:55 (2)	05:19 21:42	06:25 20:36	06:55 (2) 19:11	07:57 18:27	07:48 16:38	08:22 16:28
22	08:14 17:04	07:26 17:57	06:28 18:42	06:23 20:31	05:34 21:15	05:19 21:43	06:49 (2) 05:34 8 06:52 (2)	05:19 21:43	06:26 20:34	07:01 (2) 19:28	07:59 18:25	07:49 16:37	08:23 16:29
23	08:13 17:06	07:25 17:58	06:26 18:44	06:21 20:32	05:33 21:16	05:19 21:44	06:45 (1) 05:33 4 06:49 (1)	05:19 21:44	06:27 20:32	06:53 (2) 19:25	08:01 18:23	07:51 16:36	08:23 16:29
24	08:12 17:07	07:23 18:00	06:24 18:45	06:19 20:34	05:32 21:17	05:19 21:45	06:43 (1) 05:32 6 06:49 (1)	05:19 21:45	06:29 21:22	06:55 (2) 19:23	08:02 18:21	07:52 16:35	08:24 16:30
25	08:11 17:09	07:21 18:02	06:22 18:47	06:17 20:35	05:31 21:18	05:20 21:46	06:42 (1) 05:31 8 06:50 (1)	05:20 21:46	06:30 21:21	06:56 (2) 19:21	08:04 18:19	07:54 16:34	08:24 16:30
26	08:10 17:11	07:19 18:03	06:19 18:49	06:15 20:37	05:30 21:20	05:20 21:47	06:42 (1) 05:30 4 06:50 (1)	05:20 21:47	06:31 21:19	07:00 (2) 19:19	08:05 18:17	07:55 16:33	08:25 16:31
27	08:09 17:12	07:17 18:05	06:17 18:50	06:13 20:38	05:29 21:21	05:21 21:48	06:42 (1) 05:29 8 06:50 (1)	05:21 21:48	06:32 21:18	07:01 (2) 19:17	08:07 18:15	07:57 16:33	08:25 16:32
28	08:07 17:14	07:15 18:07	06:15 18:52	06:11 20:40	05:28 21:22	05:21 21:49	06:42 (1) 05:28 6 06:48 (1)	05:21 21:49	06:33 21:17	07:02 (2) 19:15	08:09 18:13	07:58 16:32	08:25 16:32
29	08:06 17:16	07:13 19:01	06:10 19:53	06:08 20:41	05:27 21:23	05:21 21:50	06:45 (1) 05:27 4 06:49 (1)	05:21 21:50	06:34 21:15	07:03 (2) 19:12	08:10 18:12	07:59 16:31	08:25 16:33
30	08:05 17:17	07:11 19:05	06:08 20:43	06:06 20:43	05:26 21:24	05:22 21:51	06:49 (1) 05:26 8 06:05 (3)	05:22 21:51	06:35 21:14	07:04 (2) 19:10	08:11 18:10	07:59 16:30	08:25 16:34
31	08:03 17:19	07:09 19:06	06:07 20:44	06:05 20:44	05:25 21:25	05:23 21:52	06:05 (3) 05:23 8 06:04 (3)	05:23 21:52	06:36 21:12	07:05 (2) 19:08	08:12 18:08	07:59 16:30	08:25 16:35
Stunden mit Sonnenschein	268	282	368	412	477	488	492	448	380	335	274	254	
Summe, 'worst case'				76	94	60	134	80					

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang	(WKA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende	(WKA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten		

Projekt:

Selzen

Ausdruck/Seite

23.06.2008 08:11 / 4

Lizenzierter Anwender:

Energiequelle GmbH

Hauptstr. 44

D-15806 Kalinchen

+49 33 769 871 0

Berechnet:

20.06.2008 21:22/2.2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen 3x E-48 und 2x E-53 **Schatten Rezeptor:** C - Selzen Südost

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
 Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
 Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).

Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).

Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mal	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:26 14 16:36	09:04 (2) 08:02 17:21	08:41 (4) 07:13 18:08	07:06 07:06 19:58	06:06 20:44 20:44	05:25 05:23 21:26	05:23 21:40 21:11	05:56 20:13 20:13	06:41 19:08 19:08	07:26 17:06 17:06	07:15 4 07:48 (5)	08:02 16:30 16:30	
2	08:25 16:37	09:32 (3) 17:22 08:01	08:41 (4) 18:10 19:59	07:11 19:59 20:46	06:04 20:46 21:27	05:24 21:39 21:09	05:23 21:09 20:11	05:57 18:06 18:06	06:43 17:03 17:03	07:27 17:03 17:03	07:17 16:29 16:29	08:04 16:29 16:29	
3	08:25 16:38	09:08 (2) 17:24 07:59	08:41 (4) 18:12 19:08	07:02 18:12 20:01	06:02 20:01 20:47	05:23 21:28 21:39	05:24 21:08 21:08	05:59 19:04 19:04	06:44 17:03 17:03	07:29 17:03 17:03	07:19 16:29 16:29	08:05 16:29 16:29	
4	08:25 16:39	09:12 (2) 17:26 07:58	08:47 (4) 18:13 19:08	07:06 18:13 20:03	06:01 20:49 21:29	05:23 21:39 21:06	05:25 21:06 20:07	06:00 18:06 18:06	06:46 17:03 17:03	07:31 17:01 17:01	07:20 16:28 16:28	08:06 16:28 16:28	
5	08:25 16:40	09:14 (2) 17:26 07:56	08:15 (5) 18:23 19:12	06:58 18:15 19:08	05:59 20:51 21:30	05:22 21:38 21:05	05:25 21:05 20:06	06:02 18:06 18:06	06:47 17:03 17:03	07:32 17:00 17:00	07:22 16:28 16:28	08:08 16:28 16:28	
6	08:25 16:42	07:56 17:29 07:53	07:02 18:17 19:08	06:56 18:17 19:08	05:57 20:52 21:31	05:21 21:38 21:03	05:26 20:03 20:03	06:03 18:06 18:06	06:49 17:03 17:03	07:34 16:58 16:58	07:24 16:27 16:27	08:09 16:27 16:27	
7	08:25 16:43	07:53 17:31 07:51	06:50 18:18 19:08	06:54 18:18 19:08	05:56 20:54 21:32	05:21 21:37 21:01	05:27 20:00 18:56	06:04 18:06 18:06	06:50 17:03 17:03	07:35 16:56 16:56	07:25 16:27 16:27	08:10 16:27 16:27	
8	08:24 16:44	07:51 17:33 07:50	06:58 18:20 19:08	06:51 18:20 19:08	05:54 20:55 21:33	05:20 21:37 21:00	05:28 20:00 19:58	06:06 18:06 18:53	06:52 17:03 17:03	07:37 16:55 16:55	07:27 6 08:18 (4)	08:11 (4) 16:27 16:27	
9	08:24 16:45	07:50 17:34 07:48	06:56 18:21 19:08	06:49 18:21 19:08	05:52 20:56 21:34	05:20 21:36 21:00	05:29 20:00 19:56	06:07 18:06 18:51	06:53 17:03 17:03	07:38 16:53 16:53	07:28 8 08:20 (4)	08:12 16:27 16:27	
10	08:23 16:47	07:48 17:36 07:46	06:54 18:23 19:12	06:47 18:23 19:12	05:50 20:58 21:34	05:20 21:35 21:00	05:30 20:00 19:54	06:09 18:06 18:49	06:55 17:03 17:03	07:40 16:52 16:52	07:30 8 08:20 (4)	08:13 16:26 16:26	
11	08:23 16:48	07:46 17:39 07:45	06:52 18:25 19:12	06:45 18:25 19:12	05:49 20:59 21:35	05:19 21:35 20:54	05:30 20:00 19:52	06:10 18:06 18:47	06:56 17:03 17:03	07:41 16:50 16:50	07:32 8 08:19 (4)	08:14 16:26 16:26	
12	08:22 16:49	07:45 17:40 07:43	06:50 18:26 19:12	06:43 18:26 19:12	05:48 20:55 21:31	05:19 21:34 20:53	05:31 20:00 19:50	06:12 18:06 18:45	06:58 17:03 17:03	07:43 16:49 16:49	07:33 10 08:21 (4)	08:15 16:26 16:26	
13	08:22 16:51	07:43 17:41 07:41	06:48 18:28 19:12	06:41 18:28 19:12	05:46 20:57 21:33	05:19 21:33 20:51	05:32 20:00 19:47	06:13 18:06 18:43	06:59 17:03 17:03	07:45 16:48 16:48	07:35 10 08:21 (4)	08:16 16:26 16:26	
14	08:21 16:52	07:41 17:43 07:39	06:45 18:30 19:12	06:39 18:30 19:12	05:45 21:04 21:37	05:19 21:32 21:00	05:33 20:00 19:45	06:15 18:06 18:40	07:00 17:03 17:03	07:46 16:46 16:46	07:37 6 08:19 (4)	08:17 16:26 16:26	
15	08:20 16:54	07:39 17:45 07:38	06:43 18:31 19:12	06:37 18:31 19:12	05:43 21:05 21:37	05:18 21:31 20:47	05:35 20:00 19:43	06:16 18:06 18:38	07:02 17:03 17:03	07:48 16:45 16:45	07:38 4 08:19 (4)	08:18 16:26 16:26	
16	08:20 16:55	07:38 17:46 07:36	06:41 18:33 19:12	06:35 18:33 19:12	05:42 21:07 21:38	05:18 21:31 20:45	05:36 20:00 19:41	06:18 18:06 18:36	07:03 17:03 17:03	07:49 16:44 16:44	07:39 18 08:20 (4)	08:19 16:26 16:26	
17	08:19 16:56	07:36 17:46 07:34	06:39 18:34 19:12	06:33 18:34 19:12	05:41 21:08 21:38	05:18 21:30 20:43	05:37 20:00 19:39	06:19 18:06 18:34	07:05 17:03 17:03	07:51 16:43 16:43	07:42 18 08:21 (4)	08:20 16:26 16:26	
18	08:18 16:58	07:34 17:50 07:32	06:37 18:36 19:12	06:31 18:36 19:12	05:39 21:09 21:39	05:18 21:29 20:41	05:38 20:00 19:36	06:20 18:06 18:32	07:06 17:03 17:03	07:52 16:41 16:41	07:43 18 08:22 (4)	08:21 16:26 16:26	
19	08:17 17:00	07:32 17:52 07:30	06:35 18:37 19:12	06:29 18:37 19:12	05:38 21:11 21:39	05:18 21:28 20:40	05:39 20:00 19:34	06:22 18:06 18:30	07:08 17:03 17:03	07:54 16:40 16:40	07:45 18 08:23 (4)	08:22 16:26 16:26	
20	08:16 17:01	07:30 17:53 07:28	06:32 18:39 19:12	06:27 18:39 19:12	05:37 21:12 21:39	05:18 21:27 20:38	05:40 20:00 19:32	06:23 18:06 18:28	07:09 17:03 17:03	07:56 16:39 16:39	07:46 18 08:24 (4)	08:22 16:26 16:26	
21	08:15 17:03	07:28 17:55 07:26	06:30 18:41 19:12	06:25 18:41 19:12	05:36 21:13 21:40	05:19 21:25 20:36	05:41 20:00 19:30	06:25 18:06 18:26	07:11 17:03 17:03	07:57 16:38 16:38	07:48 18 08:25 (4)	08:23 16:26 16:26	
22	08:14 17:04	07:26 17:57 07:24	06:28 18:42 19:12	06:23 18:42 19:12	05:34 21:15 21:40	05:19 21:24 20:34	05:43 20:00 19:28	06:26 18:06 18:25	07:12 17:03 17:03	07:59 16:37 16:37	07:49 18 08:26 (4)	08:24 16:26 16:26	
23	08:13 17:06	07:24 17:58 07:23	06:26 18:44 19:12	06:21 18:44 19:12	05:33 21:16 21:40	05:19 21:23 20:32	05:44 20:00 19:25	06:28 18:06 18:23	07:14 17:03 17:03	08:01 16:36 16:36	07:51 18 08:27 (4)	08:25 16:26 16:26	
24	08:12 17:07	07:23 18:00 07:21	06:24 18:45 19:12	06:19 18:45 19:12	05:32 21:17 21:40	05:19 21:22 20:30	05:45 20:00 19:23	06:29 18:06 18:21	07:15 17:03 17:03	08:02 16:35 16:35	07:52 20 08:28 (4)	08:26 16:26 16:26	
25	08:11 17:09	07:21 18:02 07:19	06:22 18:47 19:12	06:17 18:47 19:12	05:31 21:18 21:40	05:20 21:21 20:28	05:46 20:00 19:21	06:31 18:06 18:32	07:17 17:03 17:03	08:04 16:34 16:34	07:53 18 08:29 (4)	08:27 16:26 16:26	
26	08:10 17:11	07:19 18:03 07:17	06:19 18:48 19:12	06:15 18:48 19:12	05:30 21:20 21:40	05:20 21:19 20:26	05:48 20:00 19:17	06:32 18:06 18:33	07:18 17:03 17:03	08:05 16:33 16:33	07:55 18 08:30 (4)	08:28 16:26 16:26	
27	08:09 17:12	08:42 (4) 18:05	06:17 18:50 19:12	06:13 18:50 19:12	05:29 21:21 21:40	05:20 21:18 20:24	05:49 20:00 19:17	06:34 18:06 18:32	07:20 17:03 17:03	08:07 16:32 16:32	07:57 4 07:49 (5)	08:29 16:26 16:26	
28	08:07 17:14	08:40 (4) 18:07	06:15 18:52 19:12	06:11 18:52 19:12	05:28 21:22 21:40	05:21 21:17 20:22	05:50 20:00 19:15	06:35 18:06 18:32	07:21 17:03 17:03	08:08 16:31 16:31	07:58 8 07:50 (5)	08:30 16:26 16:26	
29	08:06 17:16	08:39 (4) 18:07	06:14 18:53 19:12	06:10 18:53 19:12	05:27 21:23 21:40	05:21 21:15 20:19	05:52 20:00 19:12	06:37 18:06 18:32	07:23 17:03 17:03	08:10 16:31 16:31	07:59 8 07:50 (5)	08:31 16:26 16:26	
30	08:05 17:17	08:40 (4) 18:07	06:13 18:54 19:12	06:08 18:54 19:12	05:26 21:24 21:40	05:22 21:14 20:17	05:53 20:00 19:10	06:38 18:06 18:32	07:24 17:03 17:03	08:11 16:30 16:30	07:59 8 07:50 (5)	08:32 16:26 16:26	
31	08:03 17:19	08:40 (4) 18:07	06:12 18:55 19:12	06:07 18:55 19:12	05:25 21:25 21:40	05:21 21:12 20:15	05:54 20:00 19:10	06:40 18:06 18:32	07:25 17:03 17:03	08:12 16:29 16:29	07:59 6 07:50 (5)	08:33 16:26 16:26	
Stunden mit Sonnenschein	268	282	368	412	477	488	492	448	380	335	273	254	
Summe, 'worst case'	72	60									34	64	374

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang	(WKA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende	(WKA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten		

Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
23.06.2008 08:11 / 5
Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
20.06.2008 21:22/2.2.1.12

SHADOW - Kalender

Berechnung: Selzen 3x E-48 und 2x E-53 **Schatten Rezeptor:** D - Kaserne West

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Einwirkungsbereich des Schattens 3.000 m
Min. Sonnenhöhe (Grenzwinkel Sonnenstand) 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 2 Minute(n)

Die dargestellten Zeiten beziehen sich auf eine "worst case"-Berechnung unter den folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten).
- Die Windkraftanlage(n) ist/sind in Betrieb und drehen sich.

	Januar	Februar	März	April	Mal	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:25 16:36	08:02 17:21	07:12 18:08	07:06 18:59	06:06 20:44	20:01 (1) 20:15 (1)	05:25 21:26	05:56 21:11	20:27 (2) 20:37 (2)	06:41 20:13	07:26 19:08	07:15 17:06	08:02 16:30
2	08:25 16:37	08:00 17:22	07:10 18:10	07:04 19:59	06:04 20:46	20:01 (1) 20:13 (1)	05:23 21:27	05:57 21:09	20:28 (2) 20:34 (2)	06:43 20:11	07:27 19:06	07:17 17:04	08:04 16:29
3	08:25 16:38	07:59 17:24	07:08 18:12	07:02 20:01	06:02 20:47	20:02 (1) 20:14 (1)	05:23 21:28	05:59 21:08	6 06:44	20:11 20:09	19:06 19:04	17:04 17:03	08:05 16:29
4	08:25 16:39	07:57 17:26	07:06 18:13	07:00 20:02	06:01 20:49	20:02 (1) 20:12 (1)	05:23 21:29	06:00 21:38	6 06:47	20:10 20:08	19:01 19:01	17:01 17:01	08:06 16:28
5	08:25 16:40	07:56 17:28	07:04 18:15	06:58 20:04	05:59 20:50	20:02 (1) 20:10 (1)	05:22 21:30	06:01 21:38	6 06:47	20:10 20:08	19:01 19:01	17:01 17:00	08:07 16:28
6	08:25 16:42	07:54 17:29	07:02 18:16	06:56 20:06	05:57 20:52	20:05 (1) 20:09 (1)	05:21 21:31	06:03 21:38	6 06:49	20:10 20:08	19:01 19:01	17:01 17:00	08:09 16:27
7	08:24 16:43	07:53 17:31	07:00 18:18	06:53 20:07	05:56 20:53	20:09 (1) 20:13 (1)	05:21 21:32	06:04 21:37	6 06:49	20:13 (1) 20:12 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:10 16:27
8	08:24 16:44	07:51 17:33	06:58 18:20	06:51 20:09	05:54 20:55	20:05 (1) 20:10 (1)	05:20 21:33	06:06 21:36	6 06:49	20:12 (1) 20:10 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:11 16:27
9	08:24 16:45	07:50 17:34	06:56 18:21	06:49 20:10	05:52 20:56	20:05 (1) 20:10 (1)	05:20 21:33	06:07 21:36	8 06:50	20:10 (1) 20:08 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:12 16:26
10	08:23 16:47	07:48 17:36	06:54 18:23	06:47 20:12	05:51 20:58	20:05 (1) 20:10 (1)	05:20 21:34	06:09 21:35	12 20:56 (3)	20:09 (1) 20:07 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:13 16:26
11	08:23 16:48	07:46 17:38	06:52 18:25	06:45 20:13	05:49 20:59	20:17 (2) 20:25 (2)	05:19 21:35	06:10 21:37	14 21:00 (3)	20:23 (1) 20:21 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:14 16:26
12	08:22 16:49	07:45 17:40	06:50 18:26	06:43 20:15	05:48 21:01	20:16 (2) 20:28 (2)	05:19 21:35	06:12 21:34	14 21:00 (3)	20:22 (1) 20:20 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:15 16:26
13	08:22 16:51	07:43 17:41	06:47 18:28	06:41 20:16	05:46 21:02	20:15 (2) 20:29 (2)	05:19 21:36	06:13 21:33	18 20:27 (2)	20:09 (1) 20:07 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:16 16:26
14	08:21 16:52	07:41 17:43	06:45 18:29	06:39 20:18	05:45 21:04	20:13 (2) 20:29 (2)	05:19 21:37	06:15 21:32	20 20:26 (2)	20:09 (1) 20:07 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:17 16:26
15	08:20 16:53	07:39 17:45	06:43 18:31	06:37 20:20	05:43 21:05	20:14 (2) 20:30 (2)	05:18 21:37	06:16 21:31	22 20:25 (2)	20:08 (1) 20:06 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:18 16:26
16	08:19 16:55	07:38 17:46	06:41 18:33	06:35 20:21	05:42 21:06	20:13 (2) 20:31 (2)	05:18 21:38	06:17 21:30	24 20:24 (2)	20:09 (1) 20:07 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:19 16:26
17	08:19 16:56	07:36 17:48	06:39 18:34	06:33 20:23	05:41 21:08	20:12 (2) 20:31 (2)	05:18 21:38	06:19 21:29	8 20:23 (2)	20:11 (1) 20:09 (1)	19:01 19:01	17:01 17:00	08:20 16:26
18	08:18 16:58	07:34 17:50	06:37 18:36	06:31 20:24	05:39 21:09	20:12 (2) 20:32 (2)	05:18 21:38	06:20 21:29	6 20:17 (1)	19:39 19:36	18:34 18:32	16:42 16:41	08:20 16:27
19	08:17 16:59	07:32 17:51	06:34 18:37	06:29 20:26	05:38 21:10	20:11 (2) 20:31 (2)	05:18 21:39	06:22 21:27	22 20:23 (2)	20:08 (1) 20:06 (1)	19:36 19:34	16:41 16:40	08:21 16:27
20	08:16 17:01	07:30 17:53	06:32 18:39	06:27 20:27	05:37 21:12	20:12 (2) 20:32 (2)	05:18 21:39	06:23 21:26	22 20:22 (2)	20:07 (1) 20:05 (1)	19:34 19:32	16:40 16:39	08:22 16:27
21	08:15 17:03	07:28 17:55	06:30 18:41	06:25 20:29	05:35 21:13	20:12 (2) 20:32 (2)	05:19 21:39	06:25 21:25	24 20:22 (2)	20:06 (1) 20:04 (1)	19:32 19:30	16:39 16:38	08:23 16:27
22	08:14 17:04	07:26 17:57	06:28 18:42	06:23 20:30	05:34 21:14	20:12 (2) 20:32 (2)	05:19 21:40	06:26 21:24	22 20:22 (2)	20:05 (1) 20:03 (1)	19:28 19:28	16:37 16:37	08:23 16:28
23	08:13 17:06	07:24 17:58	06:26 18:44	06:21 20:32	05:33 21:16	20:13 (2) 20:47 (3)	05:19 21:40	06:28 21:23	20 20:22 (2)	20:04 (2) 20:02 (2)	19:28 19:25	16:36 16:36	08:24 16:29
24	08:12 17:07	07:22 18:00	06:24 18:45	06:19 20:34	05:32 21:17	20:14 (2) 20:48 (3)	05:19 21:40	06:29 21:22	20 20:23 (2)	20:03 (2) 20:01 (2)	19:25 19:23	16:35 16:35	08:24 16:30
25	08:11 17:09	07:20 18:02	06:21 18:47	06:17 20:35	05:31 21:18	20:13 (2) 20:49 (3)	05:20 21:40	06:30 21:20	20 20:22 (2)	20:02 (2) 20:00 (2)	19:23 19:21	16:34 16:34	08:24 16:30
26	08:10 17:11	07:18 18:03	06:19 18:48	06:15 20:37	5 20:04 (1)	20:14 (2) 20:10 (1)	05:20 21:40	06:32 21:19	22 20:21 (2)	20:01 (1) 20:00 (1)	19:20 19:19	16:33 16:33	08:24 16:30
27	08:08 17:12	07:16 18:05	06:17 18:50	06:13 20:38	6 20:10 (1)	20:02 (1) 20:12 (1)	05:20 21:40	06:34 21:18	18 20:23 (2)	20:01 (1) 20:00 (1)	19:19 19:17	16:33 16:33	08:25 16:30
28	08:07 17:14	07:14 18:07	06:15 18:52	06:11 20:40	10 20:12 (1)	20:02 (1) 20:12 (1)	05:21 21:40	06:35 21:16	18 20:24 (2)	20:01 (1) 20:00 (1)	19:17 19:14	16:32 16:32	08:25 16:30
29	08:06 17:16	07:13 19:03	06:10 19:35	06:10 20:41	10 20:00 (1)	20:02 (1) 20:14 (1)	05:21 21:40	06:37 21:15	18 20:24 (2)	20:01 (1) 20:00 (1)	19:14 19:12	16:32 16:31	08:25 16:30
30	08:05 17:17	07:11 19:55	06:08 20:08	06:08 20:43	14 20:15 (1)	20:01 (1) 20:15 (1)	05:22 21:40	06:38 21:14	18 20:24 (2)	20:01 (1) 20:00 (1)	19:12 19:10	16:31 16:30	08:25 16:30
31	08:03 17:19	07:08 19:56	06:08 20:08	06:08 20:43	14 20:15 (1)	20:15 (1) 20:25 (3)	05:22 21:40	06:38 21:12	16 20:24 (2)	20:01 (1) 20:00 (1)	19:10 19:08	16:30 16:30	08:25 16:30
Stunden mit Sonnenschein	268	282	368	412	477	488	492	448	380	335	274	254	
Summe, 'worst case'				54	456	22	408	136					

Jahreskalender (Sommerzeit wie Bezugsjahr): An jedem Tag in jedem Monat erscheint folgende Matrix:

Tag im Monat Sonnenaufgang (SS:MM) Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Anfang (WKA mit erstem Schatten)
 Sonnenuntergang (SS:MM) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schatten Ende (WKA mit letztem Schatten)

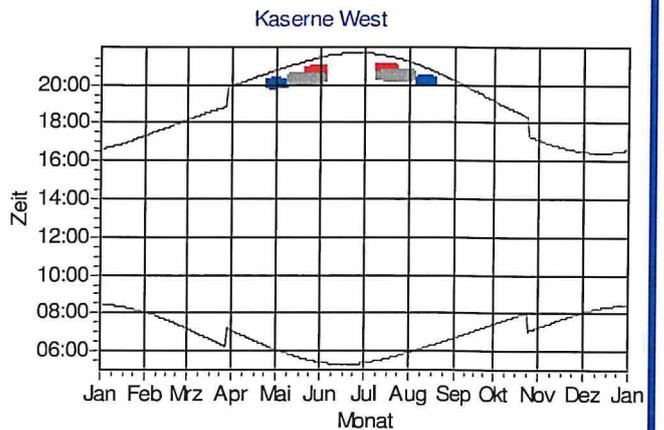
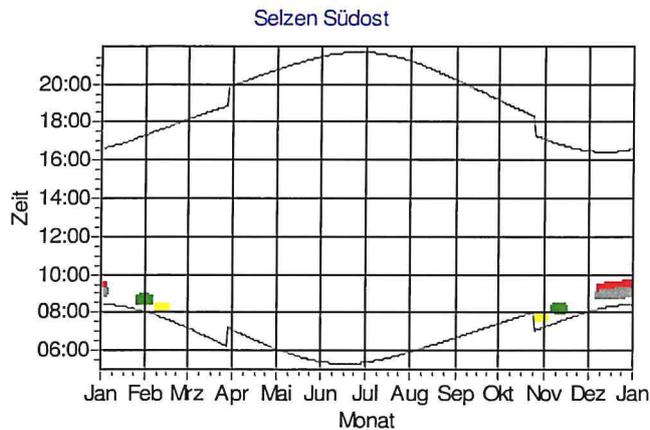
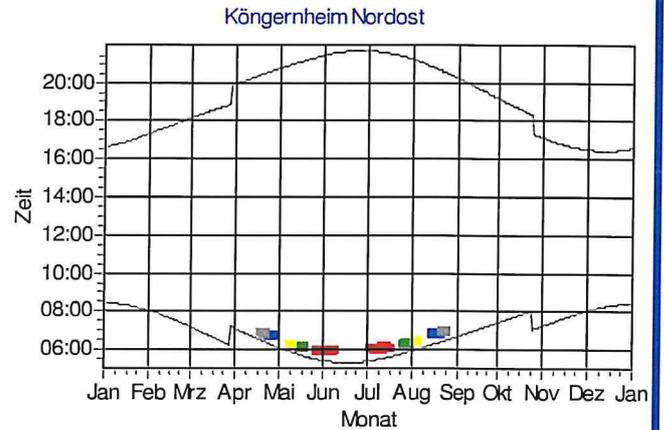
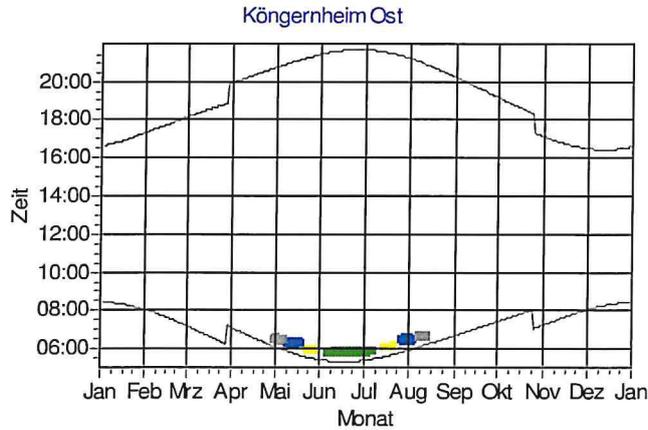
Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
23.06.2008 08:11 / 6
Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
20.06.2008 21:22/2.2.1.12

SHADOW - Kalender, Graphisch

Berechnung: Selzen 3x E-48 und 2x E-53



WKA



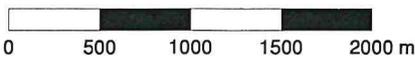
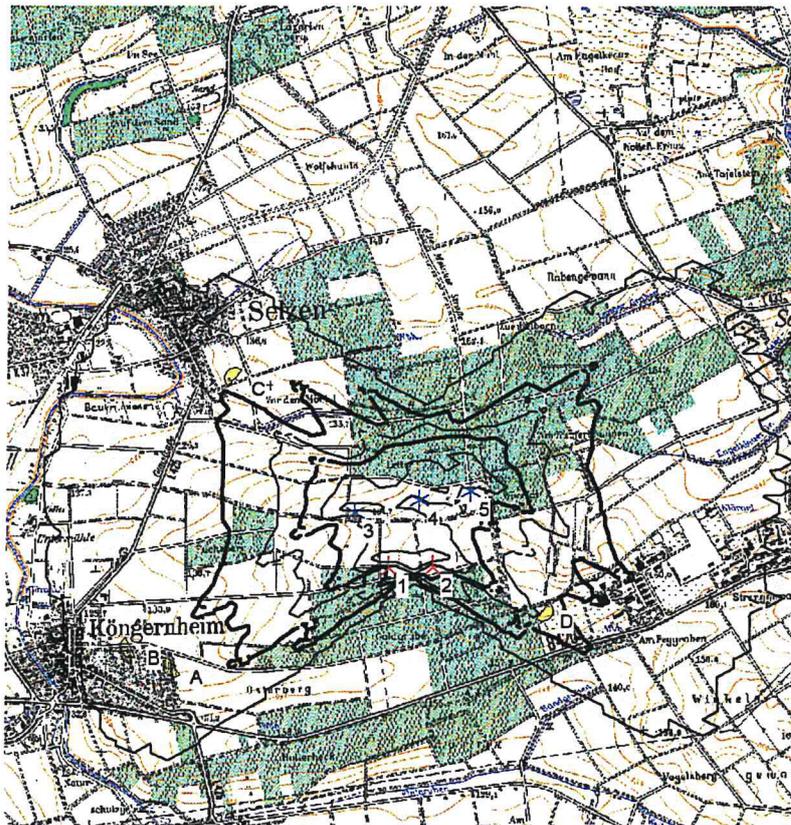
Projekt:
Selzen

Ausdruck/Seite
23.06.2008 08:11 / 7
Lizenzierter Anwender:
Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
D-15806 Kalinchen
+49 33 769 871 0

Berechnet:
20.06.2008 21:22/2.2.1.12

SHADOW - Selzen

Berechnung: Selzen 3x E-48 und 2x E-53 Datei: Selzen.bmi



Karte: Selzen, Druckmaßstab 1:40.000, Kartenzentrum GK Zone: 3 Ost: 3.447.766 Nord: 5.524.151

▲ Neue WKA * Existierende WKA ☼ Schatten Rezeptor

ISO-Schattenlinien, Linien gleicher Schattenwurfdauer in Schattendauer in Stunden pro Jahr. 'worst case'-Berechnung.

— 0 — 10 — 25 — 50 — 100 — 200