



**Berekening  
van de slagschaduwduur  
voor het gebruik van twaalf  
windenergie-installaties op de  
locatie Kranenburg**

**Rapportnr.: 3701-15-S1**

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

# Berekening van de slagschaduwduur voor het gebruik van twaalf windenergie-installaties op de locatie Kranenburg

Rapportnr.: 3701-15-S1

Opdrachtgever: ABO Wind AG  
Unter den Eichen 7  
65195 Wiesbaden

Opdrachtnemer: IEL GmbH  
Kirchdorfer Straße 26  
26603 Aurich  
Telefon: 04941 - 9558-0  
Telefax: 04941 - 9558-11  
[email: mail@iel-gmbh.de](mailto:mail@iel-gmbh.de)

Behandelaar: Ralf-Martin Marksfeldt  
(plaatsvervangend leider rotor-slagschaduw)

Controleur: Alex Porjadinski, B.Eng.  
(administratief medewerker rotor-slagschaduw)

Tekstueel gedeelte: 17 pagina's (incl. dekbladen)  
Bijlage: zie bijlagenopgaaf

Datum: 17 november 2015

echter de controle van de eventueel noodzakelijke uitschakelingen. Met het oog op de inachtneming van de voorschriften zou daarom in dit geval een logboek met alle adequate bedrijfsparameters geëist moeten worden. Deze zouden tot op de minuut nauwkeurig, voor alle betrokken WEI en voor het complete tijdsbestek moeten worden bijgehouden, om ze indien nodig op aanvraag te overhandigen aan de verantwoordelijke instantie. Controles ter plaatse zonder toegang tot de installaties zouden in dit geval slechts voor de dagelijkse maxima mogelijk zijn. Ongeoorloofde bedrijfssituaties kunnen (onder omstandigheden maandenlang) tot aan de controle van het logboek verborgen blijven. Vanwege de noodzakelijke kosten en moeite en de besproken nadelen, zowel voor controlerende instanties alsook voor de exploitant van de WEI, wordt deze beoordelingsmaatregel **van 8 uur per jaar (reëel)** steeds minder vaak toegepast.

De hier ter hand genomen oriëntatiewaarden van maximaal **30 uur per jaar (worst-case)** (vgl. hoofdstuk 4.8) resp. van **maximaal 30 minuten per dag** zijn conform de stand der techniek en wetenschap. Zij worden conform de aanbeveling van de Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) in heel Duitsland toegepast en worden daarom ook hier ter hand genomen.

De genoemde en door de gemiddelde meteorologische randvoorwaarden niet beïnvloede dagelijkse limiet van **maximaal 30 minuten per dag** geldt pas als overschreden, als de overschrijding op meer dan twee dagen per jaar voorkomt. Komt het slechts op één of slechts op twee dagen per jaar tot een overschrijding van 30 minuten, wordt dit (conform LAI) als toelaatbaar gezien. Bij dienovereenkomstige resultaten is dit in de tabel voor het bijbehorende aantal dagen met opvolgende asterisken gekenmerkt (één dag = "\*" resp. twee dagen = "\*\*").

## 9. Samenvatting voor het resultaat van de berekening en de beoordeling

De hierna genoemde gebeurtenissen gelden voor expliciet geselecteerde en vrij absorberende afzonderlijke punten (broeikasmodus), voor een het hele jaar onbewolkte hemel en voor de desbetreffende meest ongunstige rotorpositie (worst-case). Voor grotere raamfronten die een toegang bieden tot een ruimte, kan de slagschaduwduur onder omstandigheden toenemen.

De berekening voor punten is echter een gangbare manier, omdat alleen zo een vergelijking van gebeurtenissen voor belastingen op verschillende plekken of uit andere rapporten mogelijk is. Alle genoemde tijdsvermeldingen hebben betrekking op de Midden-Europese Tijd (MEZ = UTC +1), d.w.z. verschuivingen door de overgang op zomertijd (MESZ) worden hierbij buiten beschouwing gelaten.

De coördinaten van de immissiepunten werden in het UTM-formaat (UTM WGS84) uit de in tabel 1 genoemde kaarten vastgesteld en afgestemd op online luchtfoto's. Hierbij kan men rekening houden met geringe afwijkingen < 5 m, die op basis van ervaring in de meeste situaties geen relevante invloed hebben op de te beoordelen slagschaduwduur, maar hoofdzakelijk een verschuiving qua tijd van de slagschaduwresultaten tot gevolg hebben. Dit ligt bij de gegeven omstandigheden tussen WEI en IP proefondervindelijk niet boven twee tot drie minuten.

## 9.1 Berekeningsresultaten

De berekeningsresultaten zijn samengevat in de hierna volgende tabel. Bij de overschrijding van oriëntatiewaarden zijn de desbetreffende resultaten telkens vet gedrukt. Het dagelijkse maximum van 30 minuten geldt als overschreden, als er op meer dan twee dagen per jaar sprake is van een overschrijding van de oriëntatiewaarde. Als er slechts op één of twee dagen sprake is van een overschrijding, worden de resultaten door het dienovereenkomstige aantal van opvolgende asterisken gekenmerkt (één dag = "\*" resp. twee dagen = "\*\*").

<b>Astronomisch mogelijke slagschaduwduur</b>			
<b>Immissiepunten</b>	<b>Dagen</b>	<b>Minuten/dag (worst-case)</b>	<b>Uren/jaar (worst-case)</b>
IP 01 Biezendijk 6	98	23	25,18
IP 02 Violenberg 2	42	21	11,58
IP 03 Violenberg 3	62	23	20,75
IP 04 Hondsiepsebaan 13	82	23	21,85
IP 05 Grafwegener Str. 19	32	<b>36</b>	12,38
IP 06 Grafwegener Str. 17	33	<b>38</b>	14,30
IP 07 Grafwegener Str. 15	34	<b>40</b>	15,13
IP 08 Grafwegener Str. 11	32	<b>40</b>	15,20
IP 09 Grafwegener Str. 9	34	<b>41</b>	15,60
IP 10 Grafwegener Str. 7	34	<b>41</b>	15,62
IP 11 Groesbeeker Weg 1	32	<b>38</b>	13,88
IP 12 Groesbeeker Weg 2	32	<b>39</b>	14,18
IP 13 Groesbeeker Weg 6	32	24	9,48
IP 14 Kartenspielerweg 1	40	<b>43</b>	17,77
IP 15 Kartenspielerweg 3	40	<b>44</b>	18,58
IP 16 Kartenspielerweg 5	40	<b>45</b>	19,50
IP 17 Kartenspielerweg 7	41	<b>46</b>	20,20
IP 18 Grafwegener Str. 16	102	27	<b>33,72</b>
IP 19 Bruik 126	92	26	<b>31,82</b>
IP 20 Grafwegener Str. 14a	90	27	<b>32,53</b>
IP 21 Grafwegener Str. 14	89	27	<b>31,63</b>
IP 22 Grafwegener Str. 12	88	27	<b>31,13</b>

Tabel 7: Astronomisch mogelijke dagelijkse en jaarlijkse slagschaduwduur

Gedetailleerdere resultaten vindt u in de lijsten in de bijlage. In de bijlage bevindt zich ook een weergave van het gehele gebied met isolijnen voor de ter hand genomen oriëntatiewaarden. Voor niet expliciet beschouwde inwerkingsplekken kan de dienovereenkomstige jaarlijkse waarde (uren/jaar) ruwweg worden afgeleid uit deze weergave.

## 9.2 Dagelijkse slagschaduwduur

Bij de immissiepunten IP 05 tot IP 12 en IP 14 tot IP 17 moet men rekening houden met overschrijdingen van de oriëntatiewaarde van 30 minuten per dag. Hier dient het dagelijks maximum te worden begrensd tot 30 minuten.

### 9.3 Jaarlijkse slagschaduwduur (worst-case)

Bij de immissiepunten IP 18 tot IP 22 moet men rekening houden met overschrijdingen van de oriëntatiewaarde van 30 uur per jaar. Hier dient het dagelijks maximum te worden begrensd tot 30 uur.

### 9.4 Beoordeling

Voor de zekere onderschrijding van de voorgeschreven grenzen wordt bij de programmering van de installaties voor het uitschakelen van de slagschaduw normaal gesproken rekening gehouden met reserves in de vorm van voor- en nalooptijden, om indien nodig onnauwkeurigheden door jaarlijkse veranderingen in de stand van de zon, synchronisatie van de WEI-interne tijd of de coördinatiebepaling te compenseren. Twee dagen resp. 5 minuten aan het begin en aan het einde van ieder tijdframe voor het uitschakelen waarborgen normaal gesproken voldoende voor- en nalooptijden.

De vergunning dient met de bepaling van verplichtingen te worden verleend. Hierbij dient voor de door de opdrachtgever geplande windenergie-installatie WEA 12 zoals het zich nu laat aanzien een dienovereenkomstige technische installatie ter bescherming van de immissiepunten IP 05 tot IP 12 evenals IP 14 tot IP 22 ingepland te worden. Voor de bepaling van de maximaal toegestane rotor-slagschaduwduur bieden de door LAI aanbevolen beoordelingscriteria een zinvol bestek.

Het onderhavige rapport met betrekking tot de rotor-slagschaduwberekening bevat 17 pagina's met tekst en de in de inhoudsopgave van de bijlage genoemde kaarten, diagrammen en lijsten. Dit mag alleen in zijn totaliteit worden gebruikt.

Aurich, 17 november 2015

Rapport opgesteld door



Ralf-Martin Marksfeldt  
(plaatsvervangend leider rotor-slagschaduw)

Gecontroleerd en vrijgegeven door



Alex Porjadinski, B.Eng.  
(administratief medewerker rotor-slagschaduw)

<sup>1</sup> ISO 2813/Beschichtungsstoffe-Bestimmung des Glanzwertes unter 20°, 60° und 85° ISO 2813:2014 Deutsche Fassung EN ISO 2813:2014

<sup>2</sup> Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA- Schattenwurf-Hinweise); Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI); 13.03.2002

<sup>3</sup> Meeus, Jean/„Astronomische Algorithmen“/Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig-Berlin-Heidelberg; 2. Auflage 1994 (Kap. 24, Koordinaten der Sonne)

<sup>4</sup> Dr. J. Pohl/Dr. F. Faul/Prof. Dr. R. Mausfeld: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen/1999

<sup>5</sup> Dr. J. Pohl/Dr. F. Faul/Prof. Dr. R. Mausfeld: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen/2000