



# Bedarfsgerechte Befeuerung

Mehr Akzeptanz für Windparks

Von THOMAS HERRHOLZ

# Bedarfsgerechte Befeuerung

## Mehr Akzeptanz für Windparks

Eine bedarfsgerechte Befeuerung von Windparks reduziert die bisher gesetzlich vorgeschriebene Dauerbefeuerung auf ein Zehntel. Das airtspex-System der Firma Enertrag mit Radarerkenung von anfliegenden Flugzeugen geht nach zweijähriger Testphase jetzt im Kreis Nordfriesland in Schleswig-Holstein in den Regelbetrieb.

Die nächtliche Befeuerung von Windparks schmälert die Akzeptanz von Windparks und führt in der Folge in manchen Landkreisen zu Höhenbegrenzungen bei Neuplanungen. Mit einer radargestützten bedarfsgerechten Befeuerung hat der Brandenburgische Windparkbetreiber Enertrag jetzt erstmals die Genehmigung für ein System erhalten, dass das nächtliche Blinken der Anlagen weitgehend beendet. Die Steuerung schaltet die Befeuerung nur noch an, wenn das Radarsystem ein anfliegender Flugzeug entdeckt. Nach zweijährigen Tests geht das System „airspex“ in den regulären Betrieb.

## Autor

**THOMAS HERRHOLZ**, Jahrgang 1977, verheiratet, wohnt in Mecklenburg, Studium der Elektrotechnik mit Schwerpunkt Erneuerbare Energien an der Universität Rostock und der Fachhochschule Stralsund, seit 2001 bei der ENERTRAG AG in der Betriebsführung und der Produktentwicklung tätig.

Seit 2008 Geschäftsführer der ENERTRAG Systemtechnik GmbH mit Arbeitsschwerpunkt auf Befeuerungslösungen und bedarfsgerechter Befeuerung. Mitglied im BWE Hersteller- und „Zuliefererbeirat sowie im Sprecherkreis des BWE-Arbeitskreises „Kennzeichnung

In den Gemeinden Ockholm und Langenhorn sind in den vergangenen Jahren drei neue Bürgerwindparks entstanden. Die insgesamt zwölf Windenergieanlagen in den Parks Langenhorn I, Langenhorn II und Ockholm erreichen eine Gesamtleistung von 38 Megawatt (MW). Bei sechs Windenergieanlagen im Park Ockholm-Langenhorn sollte erstmals in Deutschland auf eine dauerhaft blinkende Hinderniskennzeichnung verzichtet werden, um die Lichtemissionen zu reduzieren und die Anwohner zu entlasten. Die Anlagen des Typs Repower 3.XM mit einer Leistung von jeweils 3.2 MW und Nabenhöhen von 98 Metern gingen Anfang 2013 in den Dauerbetrieb. 500 Familien und Landeigentümer sind am Park beteiligt.

Bereits im Herbst 2012 startete Enertrag den Test seiner radargestützten, bedarfsgerechten Befeuerung. Die Anlagen sollten trotz ihrer Höhe nicht mehr permanent als Luftfahrthindernis befeuert werden. Stattdessen sollten die Befeuerungsanlagen nur noch dann für einen kurzen Zeitraum in Betrieb gehen, wenn sich tatsächlich ein Luftfahrzeug näherte.

Rund eine Woche dauerte die Montage der Radarsysteme an den Türmen der Anlagen. Das Gesamtsystem wurde anschließend mehrere Monate lang – zur Sicherheit bei laufender Befeuerung – im Feld getestet. Dafür wurden Testflüge durchgeführt, während derer das System alle relevanten Anflüge erkannte. Das Systemverhalten wurde aufgezeichnet und diente als Nachweis für die behördliche Anerkennung, die für solche Systeme nötig ist. Im September 2014 wurde die .Anerkennung erteilt.

Für Langenhorn I und Ockholm bedeutet die Anerkennung, dass das nächtliche Blinken voraussichtlich in den ersten Wochen des Jahres 2015 wie geplant gestoppt werden kann: Mit der allgemeinen Anerkennung des Systems wurden die erforderlichen Gutachten und Stellungnahmen für das Projekt eingereicht. Nach Zustimmung der Landesluftfahrtbehörden und der Genehmigungsbehörde kann das Dauerblinken hier der Vergangenheit angehören

### **Die nächtliche Befeuerung senkt die Akzeptanz von Windparks**

Dass die Befeuerung von Windenergieanlagen zur Lichtverschmutzung beiträgt und sich negativ auf Akzeptanz von Windprojekten auswirken kann, ist bei nicht nur bei Windenergieexperten bekannt. Der Wunsch nach einer Vermeidung des nächtliche Dauerblinkens hat in einigen Gemeinden dazu beigetragen, Höhenbegrenzungen für Windenergieanlagen einzuführen: So sollen die Anlagen unter der gesetzlich vorgeschriebenen Gesamthöhe bleiben, ab der eine Befeuerung vorgeschrieben ist Um die Auswirkungen unterschiedlicher Befeuerungsarten wissenschaftlich zu untersuchen, haben Dr. Gundula Hübner und Dr. Johannes Pohl vom Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg eine Studie zur Akzeptanz der Hinderniskennzeichnung (HK) von WEA<sup>1</sup> durchgeführt.

Gefördert wurde das Projekt vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein. Mit Methoden der Umwelt- und Stresspsycho-

logie wurden verschiedene Kennzeichnungen verglichen und 420 Anwohner von 13 Windparks befragt. Rein durchschnittlich betrachtet fühlten sich die Befragten durch Eingriffe in das Landschaftsbild und Windparkgeräusche stärker beeinträchtigt als durch die Befeuerung. Je nach Befeuerungsart und betrachteter Situation wurde aber auch die Befeuerung als wesentlicher Stressfaktor genannt.

Bei wolkenloser Nacht wurde die Nachtkennzeichnung als besonderer störend empfunden, da sie dann insbesondere in dünn besiedelten Landstrichen besonders auffällt. Auch die Xenon-Kennzeichnung<sup>2</sup> belästigte die Anwohner deutlich stärker als LEDs oder farblich gekennzeichnete Rotorblätter Xenon- Feuer blitzen, LED-Feuer blinken.

Da die effektive Lichtstärke, gemessen über die Zeit, als Kriterium gilt, sind die kurzen Blitze im Peak wesentlich heller als die LED-Feuer mit längerer Lichterscheinung. Zudem entsprechen die Xenon-Feuer noch den Anforderungen an Gefahrenfeuer, sind also bereits beim Effektivwert deutlich heller als das Feuer „W, rot“: Nachts zum Beispiel 2000 Candela (cd) gegenüber 100 cd Xenon-Befeuerungen hatten zur Folge, dass die allgemeine Akzeptanz der Windenergie bei Anwohnern merklich abnahm. Insgesamt war bei den befragten Bürgern der Wunsch nach einer bedarfsgerechten Befeuerung am stärksten ausgeprägt. Zudem wurden schwächere und synchronisierte Lichtsignale gewünscht.

Dabei wurde die Hinderniskennzeichnung an sich kaum in Frage gestellt, sondern als notwendig anerkannt. So hat auch der ehemalige Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer in einem Schreiben an die „Branche im Jahr 2011 festgestellt: „Es ist Aufgabe der Industrie, derartige Systeme zu entwickeln.“

**Abbildung 1: Allgemeine Akzeptanz der Windenergie in Abhängigkeit von der Tageskennzeichnung und der Wp-Umgebung**

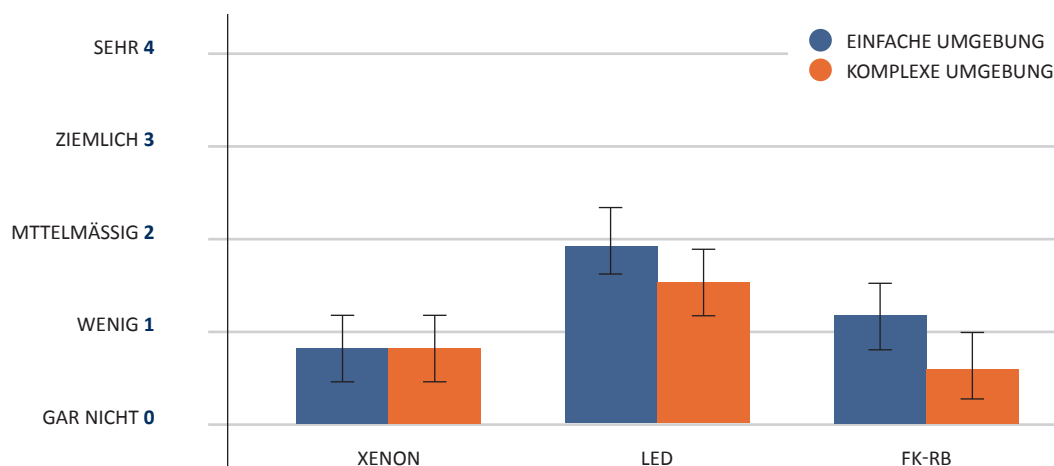
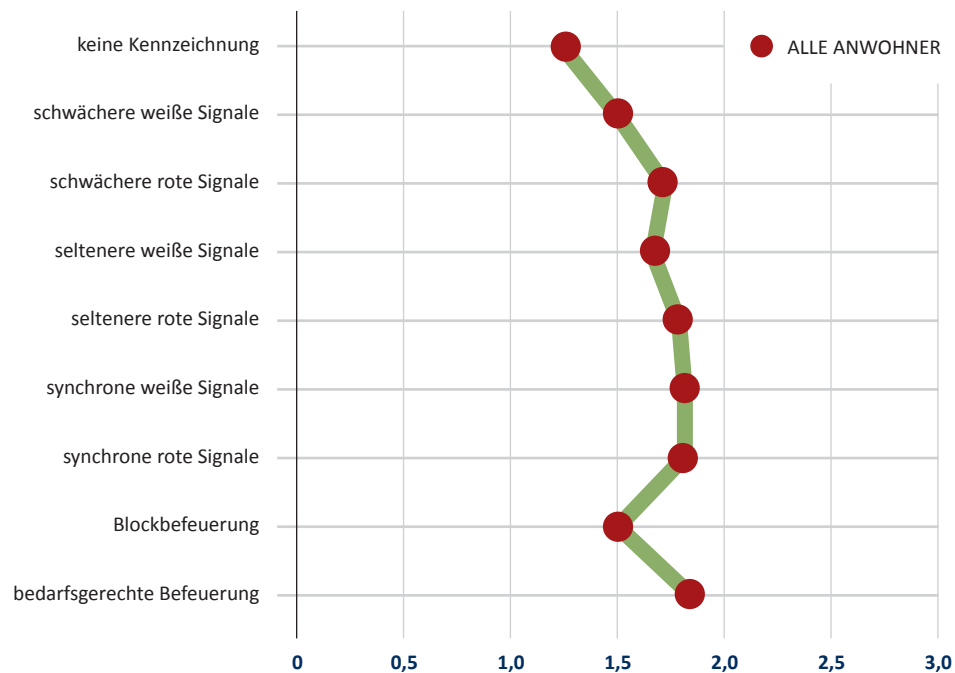


Abbildung 2: Stärke der Wünsche bzgl. HK (Gesamtstichprobe)



### Helligkeit der Gefahrenfeuer ist binnen zehn Jahren um 95% gesunken

Laut der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“, Paragraph 3.1b<sup>3</sup>, sind Luftfahrthindernisse zu kennzeichnen, wenn „außerhalb der Flugplatzbereiche ... außerhalb von Städten und anderen dicht besiedelten Gebieten, eine Höhe der maximalen „Bauwerksspitze von 100 m über Grund oder über der Wasseroberfläche überschritten wird.“

Die Befeuerung auf Windenergieanlagen ist nachts als rotes und tagsüber als weißes Blinklicht vorgesehen. Die Befeuerung am Tage kann alternativ durch rote Kennzeichnungen an den Rotorblättern vorgenommen werden, ab 150 Metern Gesamthöhe sind diese Markierungen in jedem Fall erforderlich.

Die Lichtstärke wird in Candela (cd) gemessen. Dabei wird die empfundene Helligkeit nicht nur von der physikalischen Lichtstärke bestimmt sondern auch von der Größe der Lichtquelle und Umgebung. Deswegen wirken die punktuellen Hinderniskennzeichnungen von Windenergieanlagen, die in freier Natur stehen und nicht von anderen Lichtquellen umgeben sind, besonders auffällig.

Als Nachtkennzeichnung kommt in Deutschland das speziell für die Windenergie entwickelte Feuer „W, rot“ zum Einsatz, es weist eine charakteristische Blinkfolge mit zwei Impulsen in einem Zeitraum von vier Sekunden auf. Das Feuer „W, rot“ strahlt mit einer Nennlichtstärke von 100 cd. Vor dem Jahr .2003 brachte es der Vorgänger, das klassische Gefahrenfeuer, noch auf 2000 cd.

Heutige LED-Feuer weisen bereits sehr eng gefasste und gradgenaue Abstrahlwinkel auf. Dadurch kann die Kennzeichnung so eingestellt werden, dass die Piloten sich annähernder Luftfahrzeuge sie deutlich wahrnehmen, während Personen am Boden einer wesentlich geringeren Lichtstärke ausgesetzt sind.

Bei Windparks trägt auch die Synchronisation der Hinderniskennzeichnungen zu einer geringeren Beeinträchtigung von Anwohnern und Autofahrern bei. Dabei wird das Blinken der unterschiedlichen Anlagen im Park so aufeinander abgestimmt, dass alle Kennzeichnungen gleichzeitig aufleuchten. Dadurch wird das Blinken als ruhiger . und weniger belastend wahrgenommen.

### **Helligkeit der Befeuerung wird je nach Sichtweite gesteuert**

Darüber hinaus kann durch den Einsatz von Sichtweitenmessgeräten die Lichtstärke der Kennzeichnung bei klarer Sicht von mehr als zehn Kilometern auf bis zu 10 cd reduziert werden. Liegt die Sicht zwischen fünf und zehn Kilometern ist immerhin eine Reduktion auf 30 cd möglich. Dabei wird die meteorologische Sichtweite gemessen und die Lichtemission der Feuer bei klarer Sicht um bis zu 90 Prozent gesenkt, indem die Nennlichtstärke reduziert wird. Bei Schnee, Regen, Dunst, Nebel oder Staub wird die Lichtstärke hingegen je nach Bedarf wieder erhöht. Für die Messung werden ein oder mehrere Sichtweitenmessgeräte im Windpark installiert, Voraussetzung ist eine Vernetzung der Befeuerungsanlagen per Funk oder Kabel. Auch bei dieser Lösung bleibt das Feuer bis zu einer Entfernung von vier Kilometern sichtbar. Ab 150 Metern Gesamthöhe wird es zudem flankiert von ein oder zwei Hindernisfeuer-Ebenen am Turm.

Die relevanten Regeln für die Hinderniskennzeichnung finden sich in der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“(AVV)<sup>4</sup> – eine Vorschrift, an die alle Verwaltungsbehörden gebunden sind. Bislang fand sich in diesem Regelwerk keine Vorschrift zur bedarfsgerechten Kennzeichnung. Das wird sich jetzt ändern. Der aktuelle unveröffentlichte Verordnungsentwurf bietet mit einem neuen Anhang verbindliche Regeln für die „bedarfsgesteuerte .Nachtkennzeichnung“, wie das Verfahren nunmehr offiziell bezeichnet wird.

### **Bedarfsgerechte Befeuerung schaltet Blinken in neun von zehn Stunden ab**

Bei der bedarfsgerechten Befeuerung wird die Hinderniskennzeichnung nur dann eingeschaltet, wenn ein Luftfahrzeug tatsächlich in den Gefahrenbereich eines Windparks einfliegt. Die übrige Zeit bleiben die Feuer ausgeschaltet. In den meis-

ten Fällen bedeutet dies: während erfahrungsgemäß mehr als 90 Prozent der Betriebszeit werden Anwohner nicht mehr vom nächtlichen Blinken gestört.

Als erstes System zur bedarfsgerechten Kennzeichnung erfüllt das airspex-System der Enertrag Systemtechnik<sup>5</sup> die Anforderungen des neuen Entwurfs des Anhangs zur AVV. Das wurde von der Deutschen Flugsicherung als für diese Prüfungen benannte Stelle bereits bestätigt. Da die neue AVV noch nicht verabschiedet ist, wird vorerst eine Ausnahmegenehmigung des Bundes-Verkehrsministeriums erforderlich sein, um tatsächlich bedarfsgerecht zu schalten. Mit offizieller Veröffentlichung kann dann jede Landesluftfahrtbehörde über die Genehmigung derartiger Systeme entscheiden.

Das airspex-System arbeitet mit klassischem Primärradar, das in der militärischen und zivilen Flugsicherung weit verbreitet ist. Eingesetzt werden hier bewährte Radarsensoren des Zulieferers Airbus Defence & Space. Dabei handelt es sich nicht um drehende Antennen, sondern um flache Sensoren, die an der Peripherie des Windparks an den Türmen der Anlage in 40 Metern Höhe angebracht werden. Sie haben einen Erfassungswinkel von 120 Grad in der Horizontale und 30 Grad in der Vertikale. Die Sensoren können in der Farbe des Turms gestaltet werden und sind dann kaum wahrnehmbar.

### **Ständige Überwachung des Luftraums**

Das System überwacht den Luftraum ständig und lässt alle Informationen in einer zentralen Auswerteeinheit zusammenlaufen. Wenn ein Pilot in den Wirkungsraum fliegt – gemäß deutschen Anforderungen ist dies ein Radius von vier Kilometern um die Hindernisse bei einer Höhe von bis zu 600 Metern – wird das Licht für einen begrenzten Zeitraum eingeschaltet. Wenn das Luftfahrzeug den Bereich wieder verlassen hat, schaltet das System die Kennzeichnung wieder aus. Die Einschaltzeit lässt sich aber auch individuell anpassen.

Mindestens vier Radarsensoren werden für einen Windpark benötigt. Das System ist per Mobilfunk oder Internet fernsteuerbar, überwacht alle sicherheitsrelevanten Funktionen selbstständig und übermittelt die Zustandsdaten regelmäßig an eine Überwachungszentrale. Sobald eine Störung auftritt, werden zur Sicherheit alle Lichter wieder eingeschaltet.

Wie viele Sensoren benötigt und wo sie angebracht werden müssen, wird in einem sogenannten „Dislokierungskonzept“ geplant. Da der Systempreis stark von der erforderlichen Sensoren-Zahl abhängt, ist dieses Konzept von hoher Bedeutung für den Windparkinvestor bzw. -betreiber.

### **Keine pauschale Antwort zur Wirtschaftlichkeit**

Die Kosten liegen bei einem hohen sechsstelligen Betrag für ein System aus vier Sensoren. Die Wirtschaftlichkeit des Radarsystems aber kann nicht pauschal be-

rechnet werden: Was ist es „wert“, wenn ein Projekt mehr Akzeptanz erfährt und mit wieviel Mehrertrag man rechnen kann, wenn das System dazu beiträgt, eine Höhenbegrenzung zu vermeiden – dazu gibt es keine pauschale Antwort.

Dem Konzept liegt ein Site Survey zugrunde. Hier werden alle projektspezifischen Details wie die Topographie, Vegetation, Radarhindernisse (z.B. komplexes Gelände, größere Strukturen, andere Funktürme) berücksichtigt sowie Voranfragen an die beteiligten Behörden gestellt. Anschließend werden alle projektspezifischen Antragsunterlagen für die Landesluftfahrtbehörde und die Bundesnetzagentur erstellt.

Für den Betrieb ist auch eine Frequenzgenehmigung erforderlich. Mit dem X-Band (ca. 9,4 GHz) nutzt das airspex-System ein im Wesentlichen ziviles Frequenzband. Die Strahlung der Radarantennen entspricht mit vier Watt in etwa der doppelten Leistung eines normalen Mobiltelefons. Schädliche Umwelteinflüsse sind dadurch für Menschen und Tiere ausgeschlossen.

Bevor das System nach der Installation in den laufenden Betrieb gehen kann, werden abschließende technische und flugbetriebliche Gutachten im Rahmen von Testflügen erstellt. Die Zuverlässigkeit in der Testphase lag bei 100 Prozent, was auch die Voraussetzung für die Anerkennung durch die DFS war. Die Testflüge wurden nach einem bestimmten Muster durchgeführt, das mit der DFS abgestimmt wurde.

### **Künftig können viele Windparks nachts dunkel bleiben**

Es war ein langer Weg von den ersten Ideen einer bedarfsgerechten Befeuerung bis zur Umsetzung. Mit dem Entwurf einer neuen Verwaltungsvorschrift sind jetzt jedoch die rechtlichen Rahmenbedingungen abgesteckt. Anfang 2015 gehen die Lichter in Langenhorn aus und die Enertrag plant derzeit einige Folgeprojekte, die in den ersten beiden Quartalen installiert werden.

Mit der Anerkennung durch die DFS hat das airspex-System bereits alle Voraussetzungen für einen kurzfristigen Einsatz erfüllt. In Kürze werden immer mehr Windparks nachts also weitgehend unsichtbar bleiben – ein kleiner aber sehr wichtiger Beitrag für die Akzeptanz von bestehenden und zukünftigen Windenergieprojekten.

Die Enertrag Systemtechnik GmbH bietet airspex allen Interessenten an, es ist auch für die Nachrüstung von Windparks geeignet. Das System belegt die Technologieführerschaft der Enertrag Systemtechnik im Bereich der Befeuerung, eröffnet ein wichtiges neues Geschäftsfeld für das Unternehmen und trägt zusätzlich zur allgemeinen Akzeptanz der Windenergie bei.