



**Bedarfsgesteuerte Hindernisbefeuerung**

# Passiv-Radar-System für Windkraftanlagen





### Vorteile des Parasol-Systems

- + keine Frequenzteilung erforderlich
- + keine zusätzlichen elektromagnetischen Emissionen
- + DVB-T1 und DVB-T2 als Sender
- + flächendeckend verfügbar
- + keine Witterungseinflüsse
- + kein „cone of silence“
- + dreidimensionale Ortung der Ziele

**Dunkle Nächte – keine zusätzlichen Emissionen**

# Nachtkennzeichnung für Windkraftanlagen

Ist eine Windkraftanlage insgesamt über 100 Meter hoch, muss sie tagsüber zumindest durch Blattmarkierungen, nachts jedoch durch permanentes Blinken gekennzeichnet werden. Das nächtliche Blinken wird als besonders störend empfunden.

Der Dirkshof in Nordfriesland hat in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR) ein Passiv-Radar-System entwickelt, welches die Nachtkennzeichnung von Windkraftanlagen aussetzt, solange garantiert ist, dass sich kein Flugobjekt im Wirkraum befindet. Das Passiv-Radar-System Parasol braucht keine eigene Frequenzzuteilung durch die Bundesnetzagentur und zeichnet sich durch seine enorme Umweltfreundlichkeit aus.

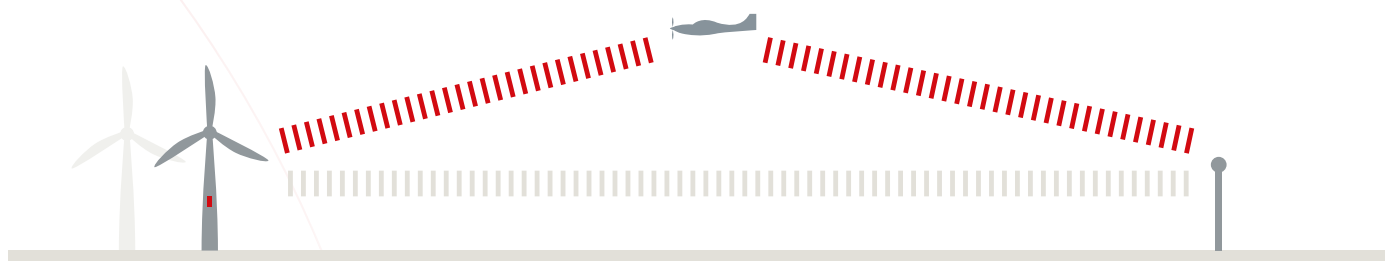
## **Funktionsweise des Passiv-Radar-Systems Parasol**

Das Parasol-System sendet – anders als herkömmliche Radarsysteme – keine eigene elektromagnetische Strahlung aus, sondern verwendet die Signale der Radio- und Fernsehsender, die bereits in der Umgebung vorhanden sind. Damit wird eine weitere unnötige Strahlenbelastung der Bevölkerung verhindert.

Ein Sensor besteht aus zwei Antenneneinheiten. Eine Antenne wird zum Empfang des direkten, vom Radio- oder Fernsehsender ausgehenden Signals verwendet. Die andere Antenne empfängt das Signal, welches vom Flugobjekt reflektiert wird. In Abbildung 1 ist der Zusammenhang schematisch dargestellt. In Grau ist das direkte Signal abgebildet, in Rot der Signalweg über die Reflexion am Flugzeug.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, legen beide Signale einen unterschiedlich langen Weg zurück und erreichen nicht zum selben Zeitpunkt den Empfänger. Da sich elektromagnetische Wellen konstant mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, kann eine Laufzeitdifferenz ermittelt werden. Anhand dieser Zeitverschiebung kann die relative Position des Flugobjektes zwischen Sender und Antenne berechnet werden. Weiterhin entsteht durch die Bewegung des Flugobjektes ein Dopplereffekt, welcher die Berechnung eines Geschwindigkeitsvektors (Geschwindigkeit und Richtung des Flugobjektes) ermöglicht.

**Abbildung 1:** Die jeweiligen Signalwege zwischen Sender, Flugzeug und Sensor.



## Der Wirkraum

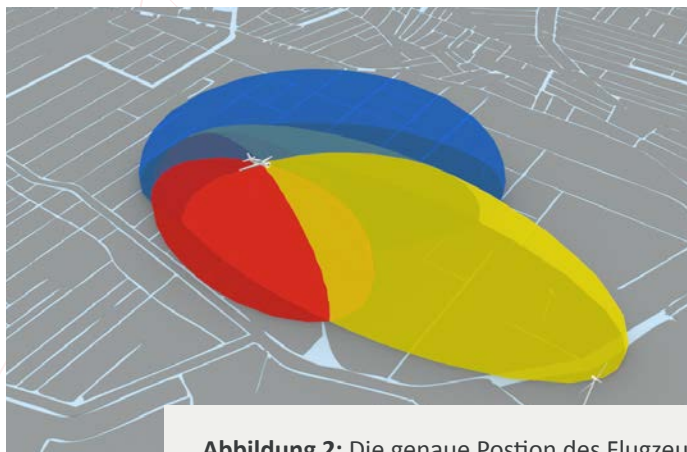
Die Hindernisbefeuering der Anlagen muss rechtzeitig vor dem Überflug eines Flugzeuges aktiviert werden. Hierfür wird der sogenannte Wirkraum herangezogen. Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV aus 8/2015) definiert diesen wie folgt: „Der Wirkraum wird gebildet durch den Luftraum, der sich um jedes Hindernis erstreckt in Winkeln von mindestens  $\pm 15^\circ$  in einem Radius von mindestens 4 000 Meter bis zu einer Höhe von nicht weniger als 600 Meter (2 000 Fuß [ft.]).“

## Ellipsoide Schnittflächen

Eine Entfernungsangabe allein reicht jedoch nicht aus, um die exakte Position des Flugzeuges im Wirkraum zu bestimmen.

Um dies gewährleisten zu können, werden zwei weitere Sensoren benötigt. Jeder einzelne Sensor berechnet ein individuelles Ellipsoid, wodurch ein Cluster aus drei unterschiedlichen Ellipsoiden entsteht. Die exakte Position des Flugzeuges bestimmt sich anschließend aus dem Schnittpunkt der drei Ellipsoiden.

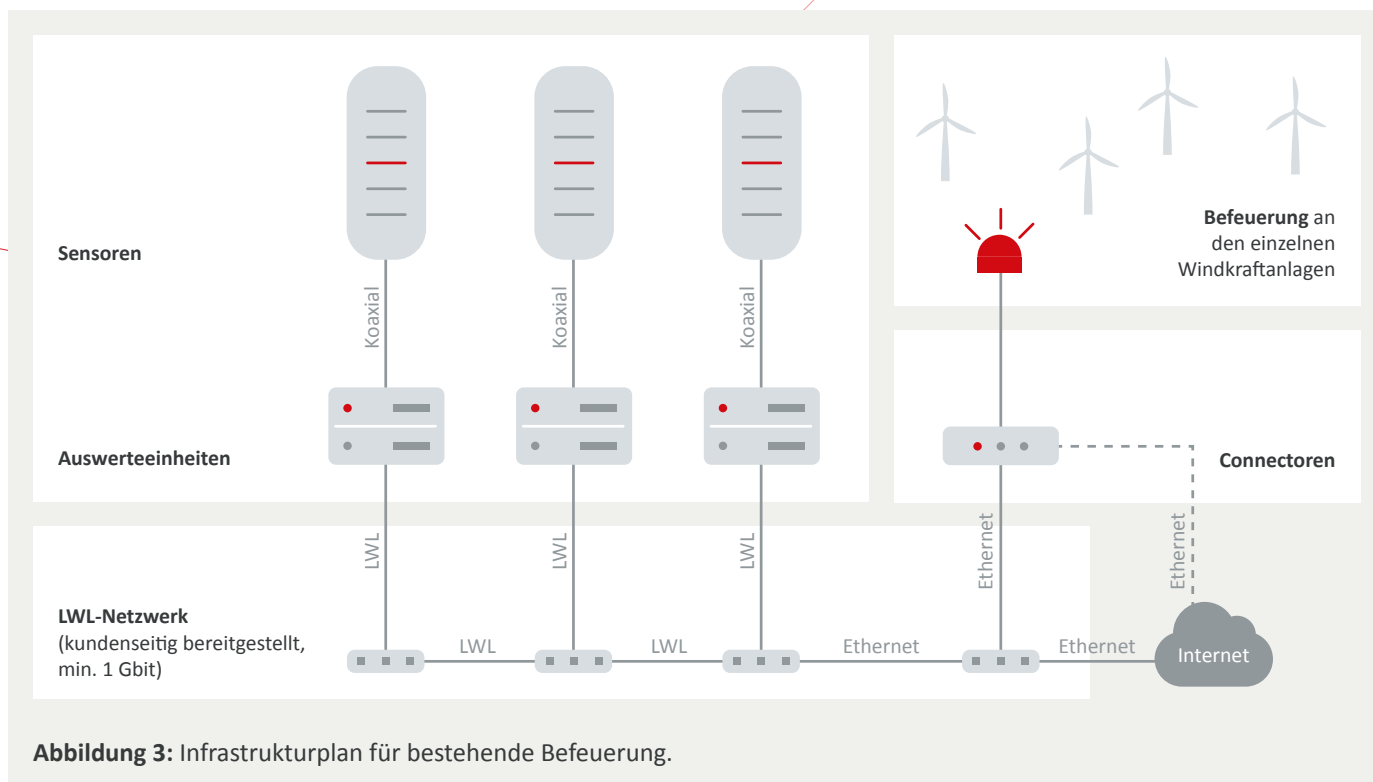
Das Fraunhofer-Institut steht weiter als zuverlässiger Kooperationspartner an unserer Seite, um diese anspruchsvolle Technik kontinuierlich zu optimieren.



**Abbildung 2:** Die genaue Position des Flugzeuges wird innerhalb der drei ellipsoiden Schnittflächen bestimmt.

## Zukunftsweisende Technik

- + komplett fernsteuerbare Systemkomponenten
- + selbstdiagnosefähig für maximale Sicherheit
- + permanente Aufzeichnung der Betriebszustände in zentraler Auswerteeinheit
- + komplette 360°-Erfassung
- + keine Frequenzuteilung durch die Bundesnetzagentur erforderlich



**Abbildung 3:** Infrastrukturplan für bestehende Befeuering.



## Installation des Systems

# Von der Abnahme bis zur Inbetriebnahme

## Luftverkehrsrechtliche Anerkennung

Ob passiv oder aktiv: Jedes Radarsystem muss individuell abgenommen werden. Die jeweilige Anerkennung in Verbindung mit dem Wirkraum gilt somit ausschließlich für den entsprechenden Windpark – für jeden neuen Windpark muss eine eigene Anerkennung erlangt werden. Hierfür wird zum einen eine Dokumentation benötigt. Zum anderen muss der Windpark unter Aufsicht der Deutschen Flugsicherung (DFS) anhand eines vorgegebenen Musters in mehreren Flughöhen und Eintrittswinkeln abgeflogen werden.

Bei Änderungen, zum Beispiel einem Zubau oder dem Repowering von Windenergieanlagen, muss lediglich diese Änderung neu anerkannt werden – der gesamte Wirkraum muss jedoch erneut durch die DFS begutachtet werden.

## Bundes-Immissionsschutzgesetz

Somit erfolgt als erster Schritt eine umfassende Dokumentation über das Parasol-System und die Anlagen, die den Wirkraum vorgeben. Diese umfasst zum Beispiel die Standortkoordinaten, die Gesamthöhe,

die Befehrerung sowie eventuelle Anpassungen an der Befehrerung und an der Netzwerkstruktur.

Nach der Dokumentationsabnahme durch die DFS erfolgt ein praktischer Test, in dem ein definiertes Muster in drei verschiedenen Höhen abgeflogen wird.

## Alles aus einer Hand

Die Dokumentation und der Flugtest werden von Parasol durchgeführt. Die Aufgabe der Windkraftbetreiber besteht darin, die notwendigen Informationen bereitzustellen.





Mithilfe unserer mobilen Messeinheit erfolgt eine erste vorläufige Bestimmung des Wirkraumes und der benötigten Sensoren.



## Signalbereitstellungsvertrag möglich

**Der Bereitstellungsvertrag als Rundum-sorglos-Paket:** Beim Bereitstellungsvertrag stellt Parasol den Errichter und Betreiber des Systems dar. Somit sind alle Aufwände und Verantwortungen klar bei Parasol gebündelt.

Pro Windenergieanlage fallen eine einmalige Einrichtungsgebühr und eine jährliche Bereitstellungsgebühr an. Dies schafft eine bequeme Lösung bei klar abgestecktem finanziellen Aufwand. Dank unserer Datenbank sind wir zudem in der Lage, Sie unter Beachtung der Datenschutzrichtlinien mit Nachbarwindparks zu verknüpfen.

## Technische Voraussetzungen

Die Montage des Parasol-Systems kann während des laufenden Betriebes erfolgen, wodurch keine Ertragsausfälle entstehen.

Die Sensoren werden je nach standortspezifisch verwendeter Antenne magnetisch oder mittels Spannrings am Turm befestigt und können ohne Beschädigung wieder entfernt werden. Für die Kabeldurchführung in den Turm kann eine Lüftungsöffnung über der Turmtür verwendet oder ein 10 mm kleines Loch in den Turm gebohrt werden. Die entsprechenden Freigaben der Hersteller für die Bohrungen liegen uns für viele Turmtypen vor.

Für die Kommunikation zwischen dem Parasol-System und der Hindernisbefeuereung muss bekannt sein, welcher Typ und Hersteller verwendet wird. Parasol bietet keine eigene Hindernisbefeuereung an, sondern nutzt die vorhandene Beleuchtungseinheit und steuert diese an. Zur Ansteuerung wird der Parasol-Connector verwendet. Er bekommt von den Sensoren das Signal, dass sich kein Flugzeug im Wirkraum befindet, und dass die Befeuereung ausgeschaltet werden kann. Dieser Vorgang kann über eine herkömmliche Internetverbindung mit geringer Bandbreite erfolgen. Der Connector kommuniziert anschließend mit der bereits verbauten Beleuchtung und ist völlig unabhängig vom Windkraftanlagentyp und dessen Software.

## Unterstützung bei der Anlagenertüchtigung

Sofern die Kompatibilität des vorhandenen Flugfeuers der auszurüstenden Windenergieanlage nicht gegeben oder kein LWL zur Ansteuerung des Flugfeuers vorhanden ist, kann Parasol bei den entsprechenden Ertüchtigungsmaßnahmen unterstützen. Parasol bietet diesbezüglich einen zusätzlichen Support, um den benötigten Maßnahmenkatalog mit den richtigen Ansprechpartnern bzw. die entsprechende technische Hilfe direkt zu ermitteln.



**Die neue, industrialisierte Antennengeneration ist deutlich kleiner:** Dadurch minimiert sich nicht nur der Aufwand – auch die Montage wird erleichtert.



## Projektierungsphase

Zunächst müssen die Koordinaten der Windenergieanlagen, die Park-Besonderheiten sowie der Kommunikationsplan der auszurüstenden Anlagen vorliegen. Eine erste Dislozierung per spezieller Software gibt Aufschluss über die Positionierung und Anzahl der benötigten Antenneneinheiten. Daraufhin erfolgen die Auftragserteilung und eine Dislozierung mittels unserer mobilen Messeinheit vor Ort. Dieses Ergebnis dient als Grundlage für die Installation des Systems.

## Resümee

Parasol ist die erste Wahl, wenn es um die Erhöhung der Akzeptanz von Windenergieanlagen in der Bevölkerung geht. Das System ist komplett emissionsfrei und unterstützt damit den Nachhaltigkeits- und Gesundheitsgedanken, der mit den erneuerbaren Energien vorangetrieben wird. Durch die Wirkraumgestaltung dürfen auch mehrere benachbarte Windparks zusammengelegt werden, die sowohl technisch als auch preislich einen signifikanten Synergieeffekt erzielen können. Dies schafft in Verbindung mit der herstellerunabhängigen Einbindung der Flugbefeuerung eine langfristige Investitionssicherheit.

### Der Weg zur bedarfsgesteuerten Hindernisbefeuerung mit Parasol

Bereitstellung der Koordinaten der Windkraftanlagen

Bestimmung des Wirkraumes und vorläufige Dislozierung

Auftragserteilung

Komplette Dislozierung mittels mobiler Messeinheit und durch Erfliegung vor Ort

Installation des Parasol-Systems

Abnahme und Anerkennung des Systems durch die Deutsche Flugsicherung (DFS)

Änderung der Baugenehmigung der Windkraftanlagen

bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung



**Damit die Nacht dunkel bleibt.**

**Parasol GmbH & Co. KG**  
Sönke-Nissen-Koog 58  
25821 Reußenköge

T: +49 4674 9629-0  
kontakt@passivradar.de

[www.passivradar.de](http://www.passivradar.de)

