

**Parasol – Die technische Lösung zur  
umweltfreundlichen bedarfsgerechten Kennzeichnung  
von Windenergieanlagen**



# Inhalt



- **Bedarfsgerechte Hindernisbefeuerung**
  - Warum ist es notwendig?
- **Passiv-Radar**
  - Was ist der Unterschied zu „normalem“ Radar?
  - Wie funktioniert „Passiv-Radar“?
- **Parasol**
  - Technische Daten
  - Aktueller Stand / Zulassung
  - Projektablauf



Warum ist es notwendig?

# **BEDARFSGERECHTE HINDERNISBEFEUERUNG**



# Bedarfsgerechte Befeuerung



Windkraftanlagen  
ab einer Höhe von  
100 m müssen  
befeuert werden.

Die Befeuerung  
findet nachts durch  
entsprechend rot  
blinkende und  
leuchtende Lampen  
statt.





**BREEZER**<sup>®</sup>  
AIRCRAFT

PARASOL – „Die Nacht soll dunkel bleiben“



# Bedarfsgerechte Befeuerung



- Blinkende Lichter am Nachthimmel senken die Akzeptanz in der Bevölkerung
- Nächtliche Warnbefeuerung lockt Vögel an (Vogelschlag an Rotoren)
- Fast immer gibt es keine relevanten Flugbewegungen, die eine Befeuerung notwendig machen



# Bedarfsgerechte Befeuerung



Bedarfsgerechte Hindernisbefeuerung bedeutet, dass die Befeuerung nur aktiviert wird, wenn sich ein Flugobjekt im Luftraum befindet.

Dieser Fall tritt bei den meisten Windparks nur sehr selten und dann nur kurz auf. Somit bleibt die Nacht meist vollständig dunkel.

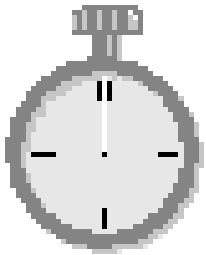
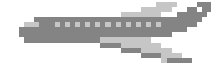
Was ist der Unterschied von „normalem“ zu

## **PASSIV-RADAR**



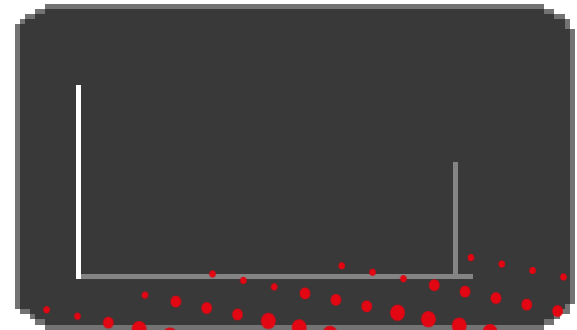


# Funktionsweise von „normalem“ RADAR



(Quelle: Wikipedia)

Radar-Station sendet Signal, wartet auf Echo und berechnet anhand der Zeitdifferenz die Entfernung.



# Definition Passiv-Radar



Ein Passiv-Radar-System ist ein Radar-System, welches zu keinem Zeitpunkt elektromagnetische Strahlung aussendet.



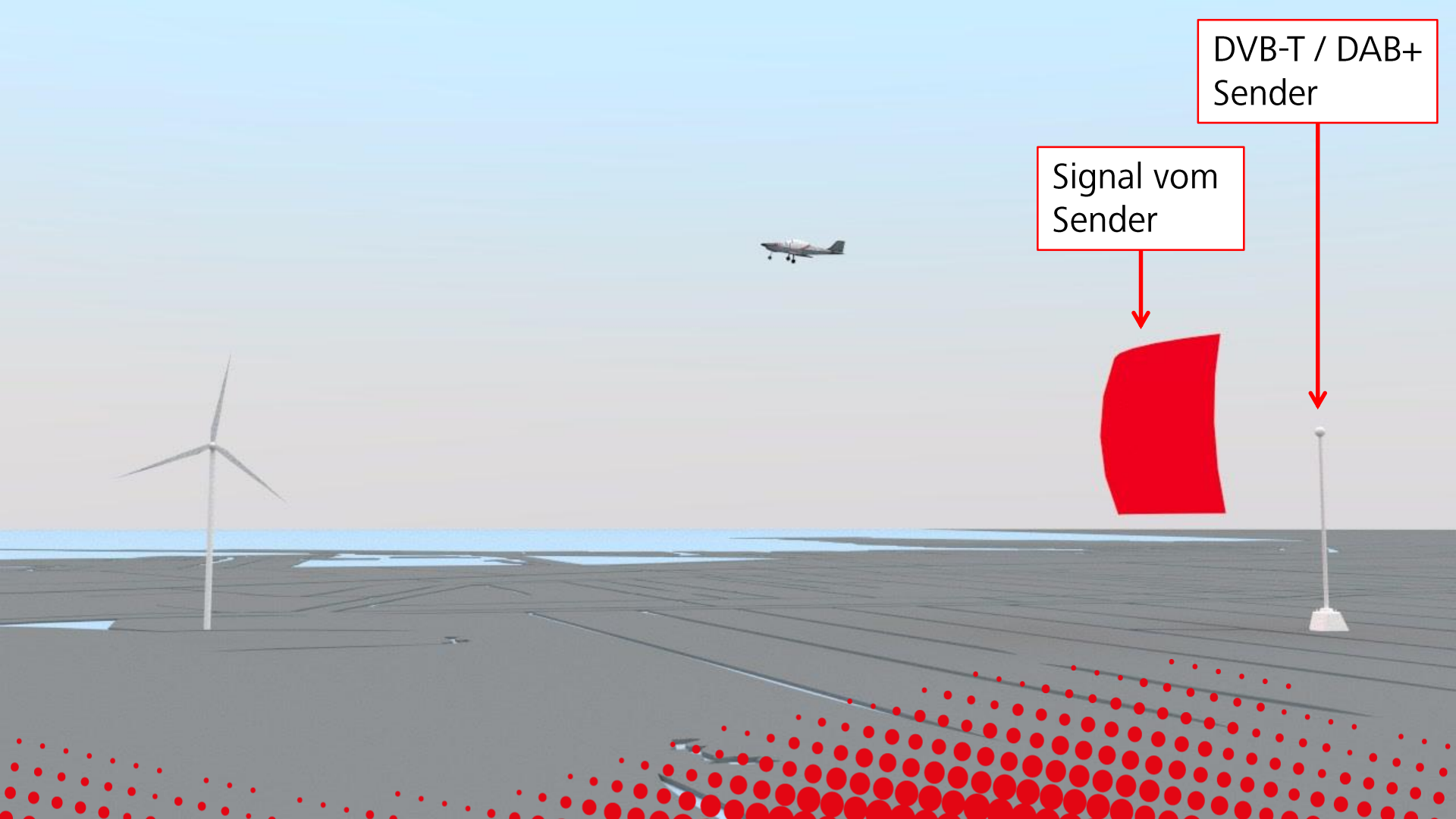
Wie funktioniert

# **PASSIV-RADAR**



DVB-T / DAB+  
Sender

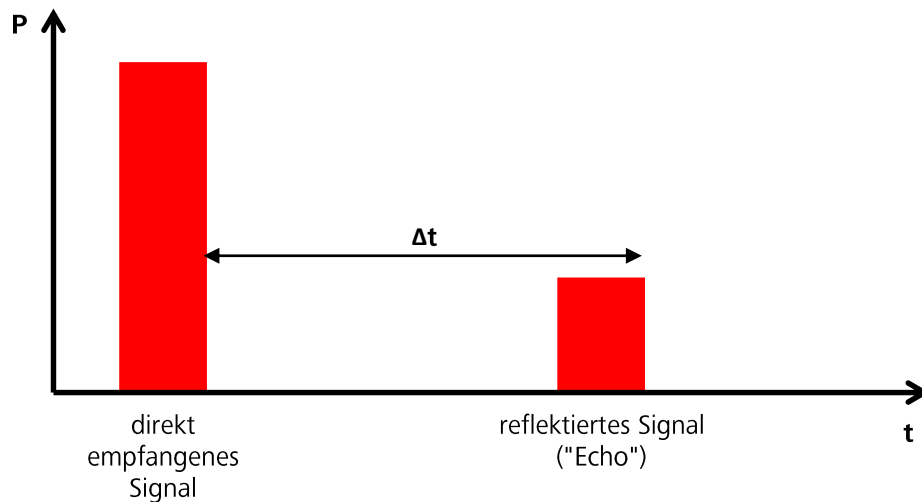
Signal vom  
Sender



Direktes  
Signal

Echo

### Zeitversatz vom direkten Signal zum Echo





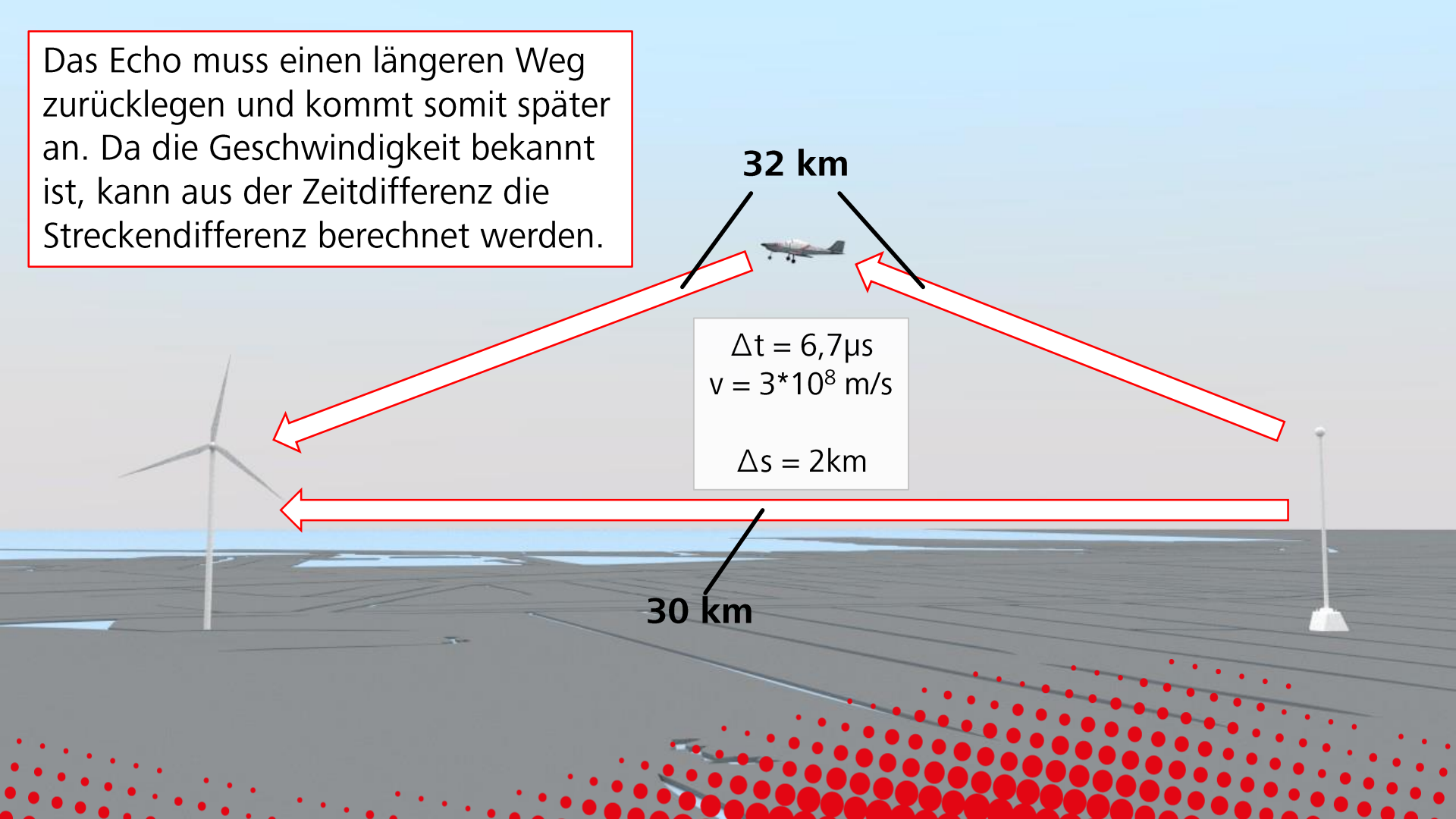
Das Echo muss einen längeren Weg zurücklegen und kommt somit später an. Da die Geschwindigkeit bekannt ist, kann aus der Zeitdifferenz die Streckendifferenz berechnet werden.

32 km

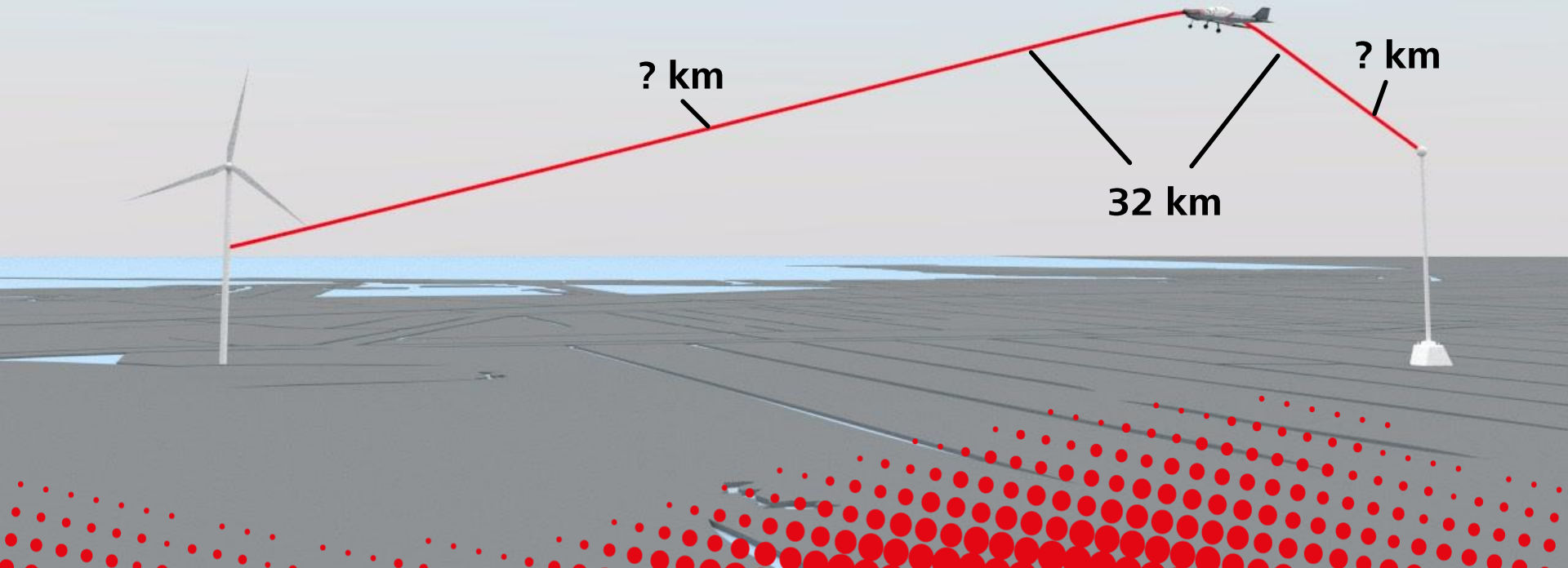
$$\Delta t = 6,7 \mu\text{s}$$
$$v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\Delta s = 2 \text{ km}$$

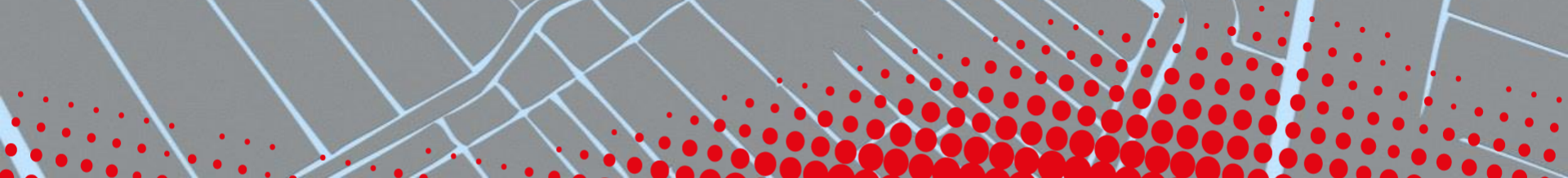
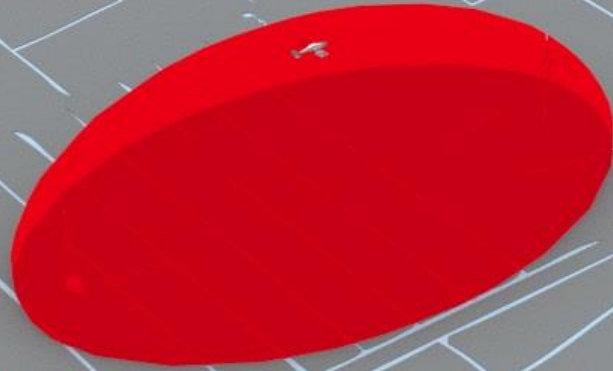
30 km



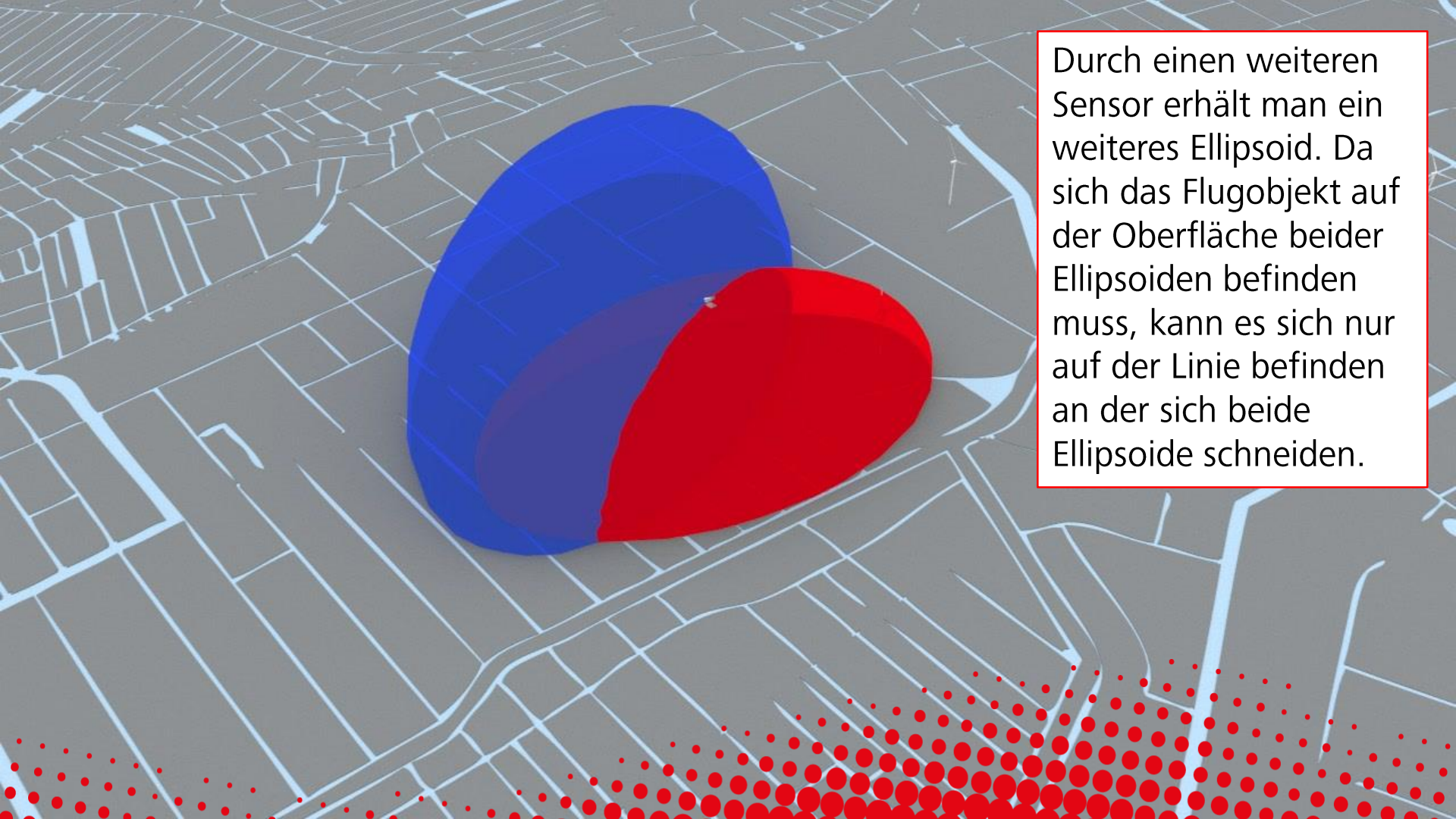
Da nur die Gesamtlänge bekannt ist, gibt es eine Vielzahl von Positionen an denen sich bei der Messung das Flugobjekt befinden könnte.



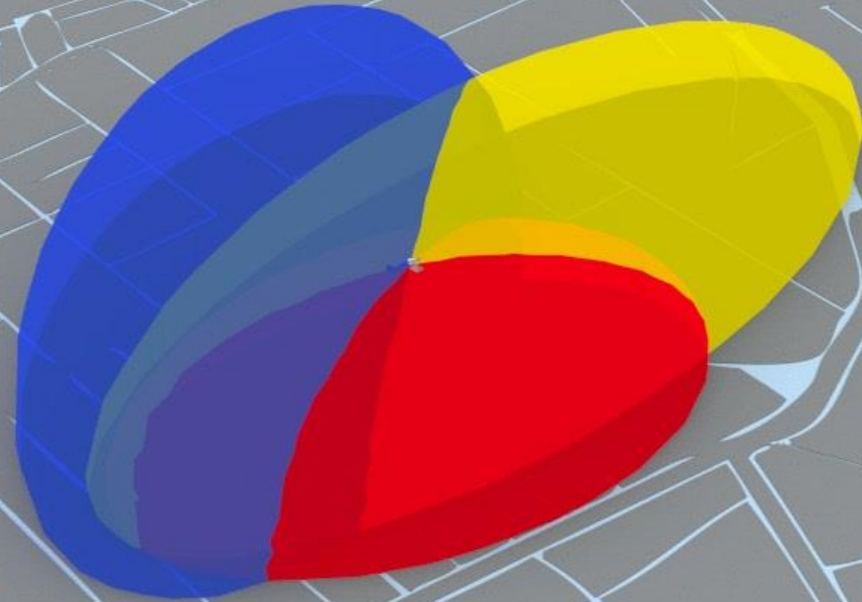
Im Dreidimensionalen Raum ergibt sich ein Ellipsoid, auf dessen Oberfläche sich überall das Flugobjekt befinden könnte.







Durch einen weiteren Sensor erhält man ein weiteres Ellipsoid. Da sich das Flugobjekt auf der Oberfläche beider Ellipsoiden befinden muss, kann es sich nur auf der Linie befinden an der sich beide Ellipsoide schneiden.



Mit einem 3. Sensor und somit einem dritten Ellipsoid gibt es nur noch einen Punkt, an dem sich die Oberflächen treffen. An diesem Punkt befindet sich das Flugobjekt.

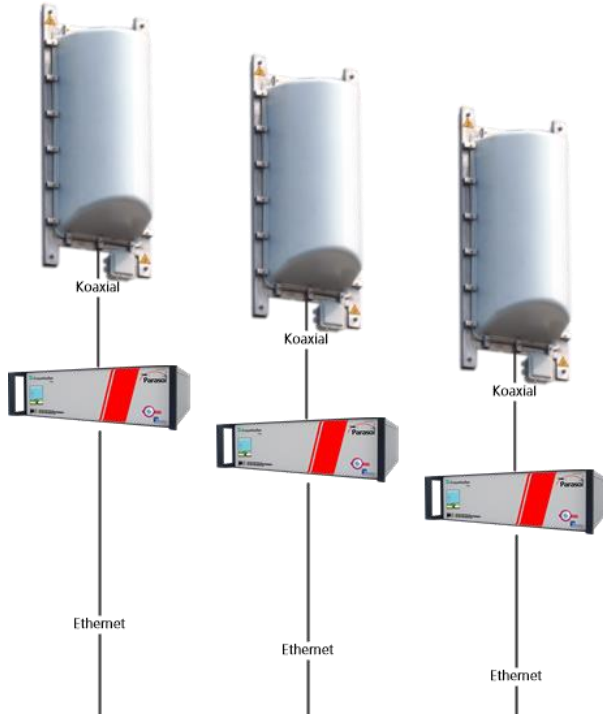


Technische Daten

# PARASOL



# Parasol - System



Das Parasol-System besteht aus folgenden Komponenten:

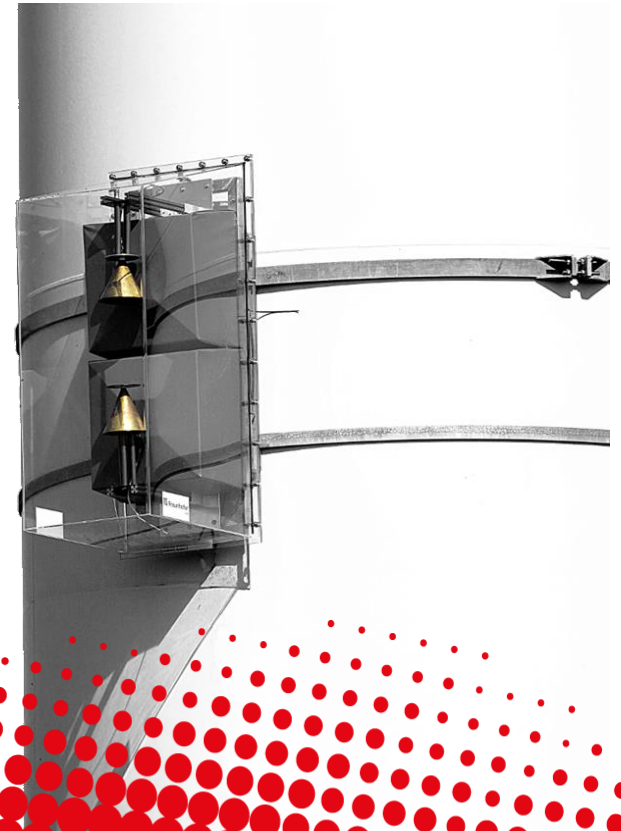
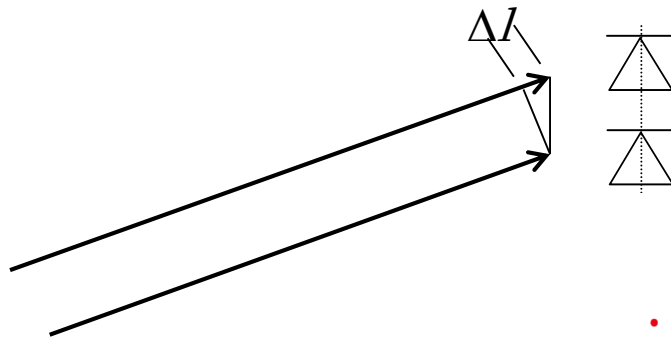
- 3 Sensoreinheiten inkl. Turmbefestigung
- 3 Auswerteeinheiten
- 3 Kabelsätze

# Parasol - Sensoreinheit



Durch den Aufbau von 2 höhenversetzten Antennen findet eine zusätzliche Höhenmessung durch Interferometrie statt.

Somit wird zuverlässig zwischen Bodenfahrzeugen und Luftfahrzeugen (auch in niedriger Höhe) unterschieden.





V 205780

PARASOL – „Die Nacht soll dunkel bleiben“



PARASOL – „Die Nacht soll dunkel bleiben“



Projektlauf

**PARASOL**



# Projekttablauf

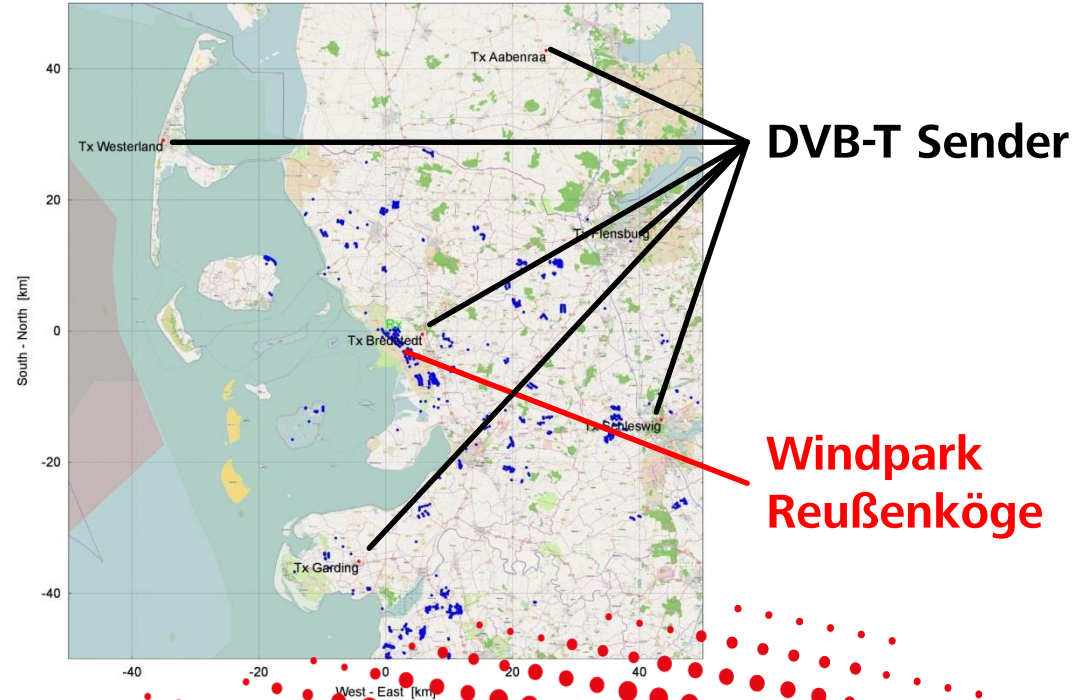


- Anfrage mit technischen Daten  
(GPS Koordinaten, WEA-Typ, Nabenhöhe, Rotordurchmesser, LWL-Plan)
- Angebot
- Auftragserteilung
- Sensordislozierung mit Simulationsmodell
- Validierung der Simulationsergebnisse durch Messung vor Ort
- Installation des Parasol-Systems im Park
- Abnahme des Systems nebst Testflügen
- Service & Wartung durch die Parasol-Leitwarte



# Sensordislozierung

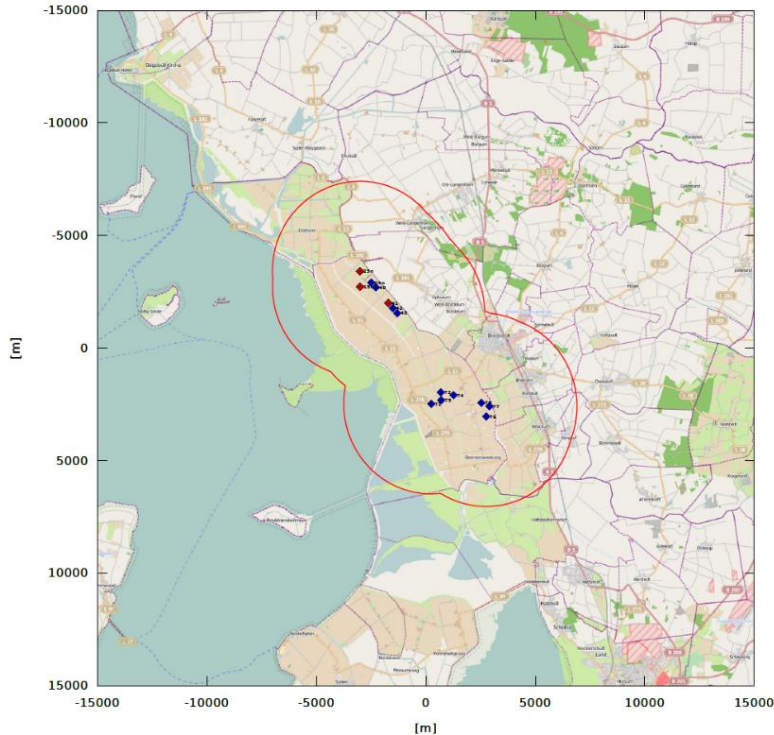
Im Zuge der Sensordislozierung wird mit einem Simulationsmodell die Abdeckung der möglichen Position und Ausrichtung der einzelnen Sensoren und der zur Verfügung stehenden Sender berechnet.



# Parasol - Überwachungsbereich



Position der Sensoren mit Überwachungsbereich



## Windpark Reußenköge

14 WEA mit bedarfsgerechter Befeuerung

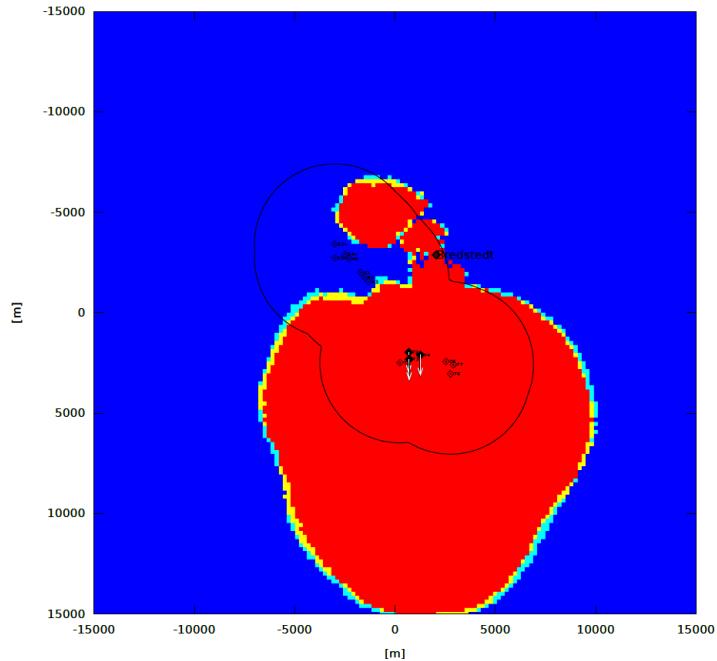
3 Antennen werden an den WEA installiert  
und bilden somit ein System

Wirkungsraum erstreckt sich auf 4 km um die  
äußeren WEA und 600 m über GOK

# Parasol - Bedeckung des Systems



Bedeckung des Systems 1 in 600 m Höhe bei 498 MHz durch Tx Bredstedt



## Windpark Reußenköge

Bedeckung des Systems in 600 m Höhe

Genutzter Sender: Bredstedt (498 MHz)

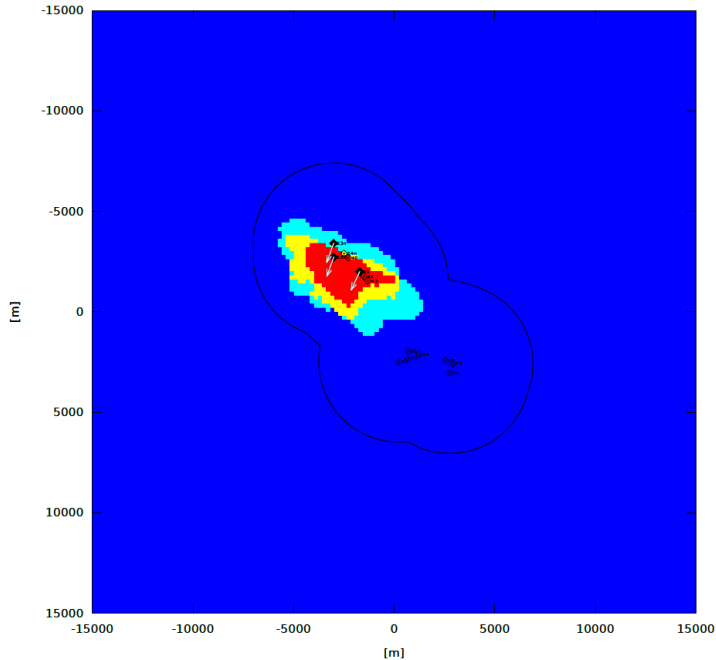
Diese Konstellation passt nicht um den Windpark abzudecken!



# Parasol - Bedeckung des Systems



Bedeckung des Systems 1 in 600 m Höhe bei 618 MHz durch Tx Schleswig



## Windpark Reußenköge

Bedeckung des Systems in 600 m Höhe

Genutzter Sender: Schleswig (618 MHz)

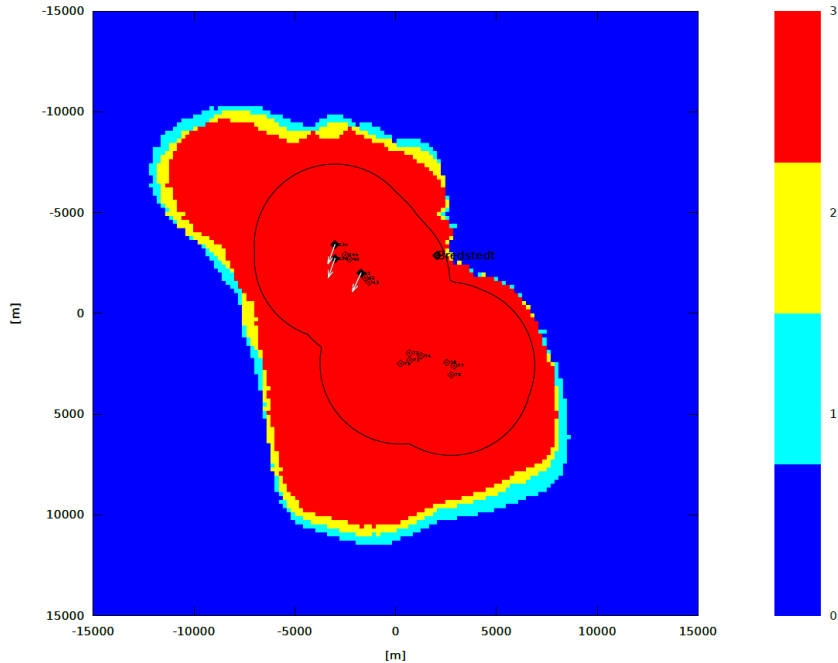
Diese Konstellation passt nicht um den Windpark abzudecken!



# Parasol - Bedeckung des Systems



Bedeckung des Systems 1 in 600 m Höhe bei 498 MHz durch Tx Bredstedt



## Windpark Reußenköge

Bedeckung des Systems in 600 m Höhe

Genutzter Sender: Bredstedt (498 MHz)

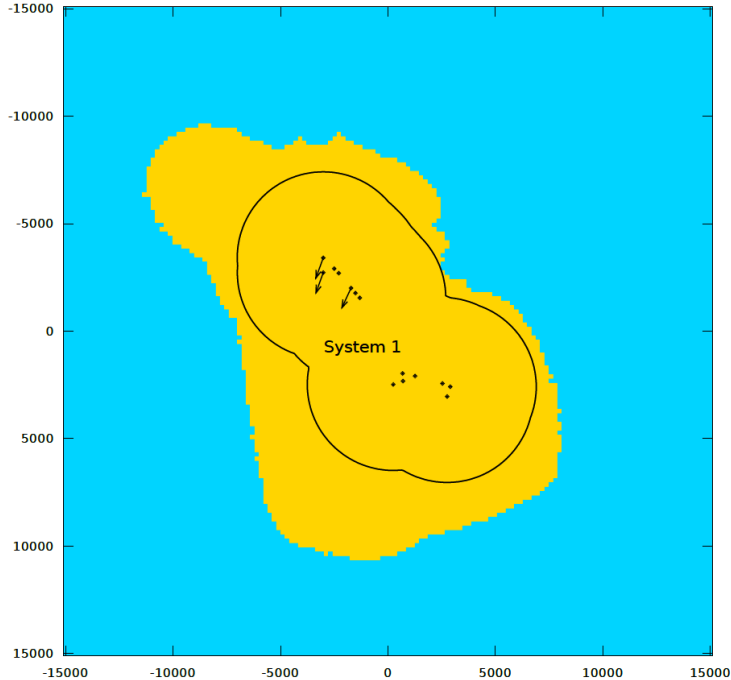
Diese Konstellation passt um den Windpark abzudecken!



# Parasol - Bedeckung des Systems



## Windpark Reußenköge



Der Bedeckungsbereich durch das System, erstreckt sich in diesem Fall auf eine Länge von ca. 20 km und einer Breite von 10 km

Zubauten von weiteren WEA in diesem Bereich können im Nachhinein mit berücksichtigt werden

# Parasol - Ultraleichtflugzeug



Breezer Aircraft

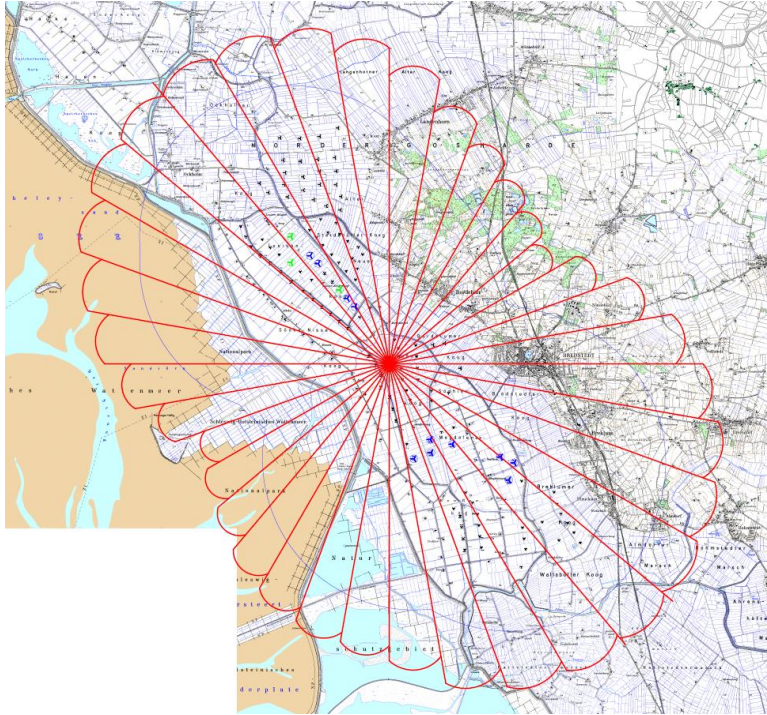


Die Flotte der Ultraleichtflugzeuge von Breezeraircraft eignen sich aufgrund des AVV geforderten Radarquerschnitts besonders gut für die Abnahme des Parasol-Systems

# Parasol – Flugroute

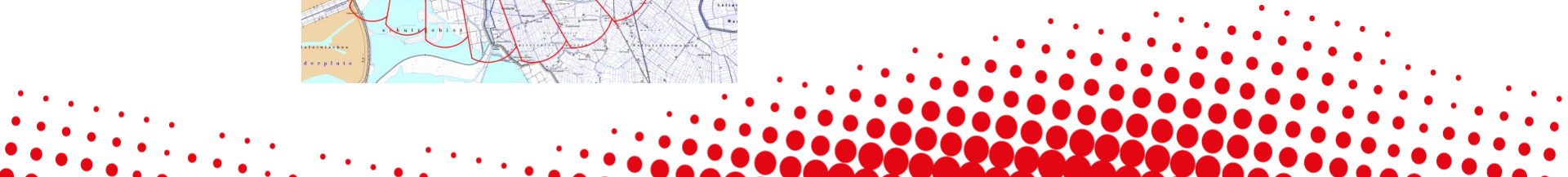


Abnahme des Systems



Abflüge in 2 Höhen:

1. 450 m (300m über der höchsten WEA)
2. 600 m (maximal geforderte Höhe)



Zulassung

**PARASOL**





# Parasol - Zulassung



Zulassung erfolgt in 2 Schritten:

## **1. Prüfung**

**(nach Dokumentenlage)**

- Funktionsbeschreibung
- Systembeschreibung
- Wartungskonzept
- Anzuwendende Standards

## **2. Standortbezogene Beurteilung (Basierend auf Realtests vor Ort)**

- Standortbeschreibung (Topographie, Flugzonen...)
- Protokolle von Vorabtestflügen
- Funktionstest mit Flugzeug



# Parasol - Vorteile



- Akzeptanz fördernd für die Windkraft
- Umweltschonend, da keine zusätzliche elektromagnetische Emissionen
- Preiswert – da kein Aktiv-Sender benötigt wird
- Rundumsicht – auch in und über dem Windpark
- DVB-T, DAB+ und LTE als Sender flächendeckend verfügbar
- Keine Warnauslösung bei Vogelschwärmen



# Parasol – Download Handout



Der vollständige Vortrag, sowie darin enthaltene Videos, können unter folgendem Link heruntergeladen werden:

<http://handout.passivradar.de>



# Parasol - Vertrieb



B. Eng.

**Michel Ahrendsen**

Vertriebsingenieur Passiv-Radar-Systeme

Tel.: 04674 / 96 29 - 20

E-Mail: [kontakt@passivradar.de](mailto:kontakt@passivradar.de)

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit**

