

Bedarfsgerechte Hindernisbefeuerung

Passiv-Radar-System für
Windenergieanlagen



Inhalt



- **Bedarfsgerechte Hindernisbefeuerung**
 - Was ist das?
 - Wozu braucht man das?
- **Passiv-Radar**
 - Was ist der Unterschied zu „normalem“ Radar?
 - Wie funktioniert „Passiv-Radar“?
- **Parasol**
 - Entstehungsgeschichte
 - Technische Daten
 - Projektablauf

Was ist das? / Wozu braucht man das?

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.



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.

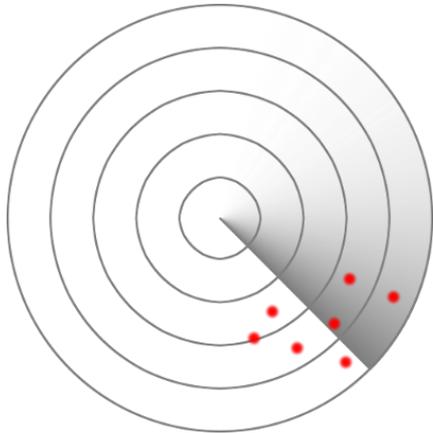


Was ist der Unterschied von „normalem“ zu

PASSIV-RADAR



Definition von RADAR



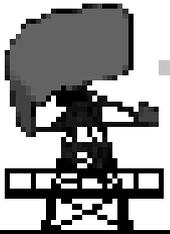
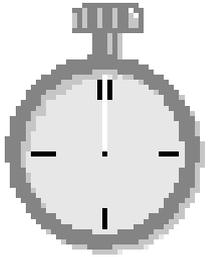
Radio (Aircraft) Detection And Ranging

Ein Radargerät ist ein Gerät, das elektromagnetische Wellen gebündelt als sogenanntes Primärsignal aussendet, die von Objekten reflektierten „Echos“ als Sekundärsignal empfängt und nach verschiedenen Kriterien auswertet. So können Informationen über die Objekte gewonnen werden. Meist handelt es sich um eine Ortung.

(Quelle: Wikipedia)

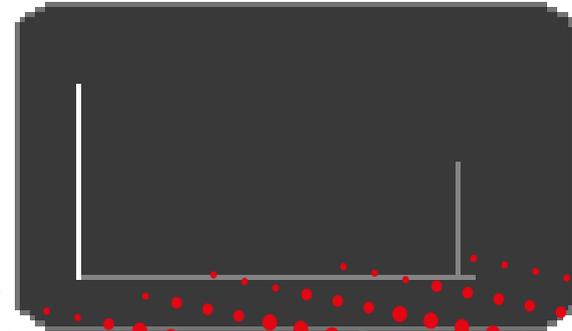


Funktionsweise von „normalem“ RADAR



(Quelle: Wikipedia)

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



Definition Passiv-Radar



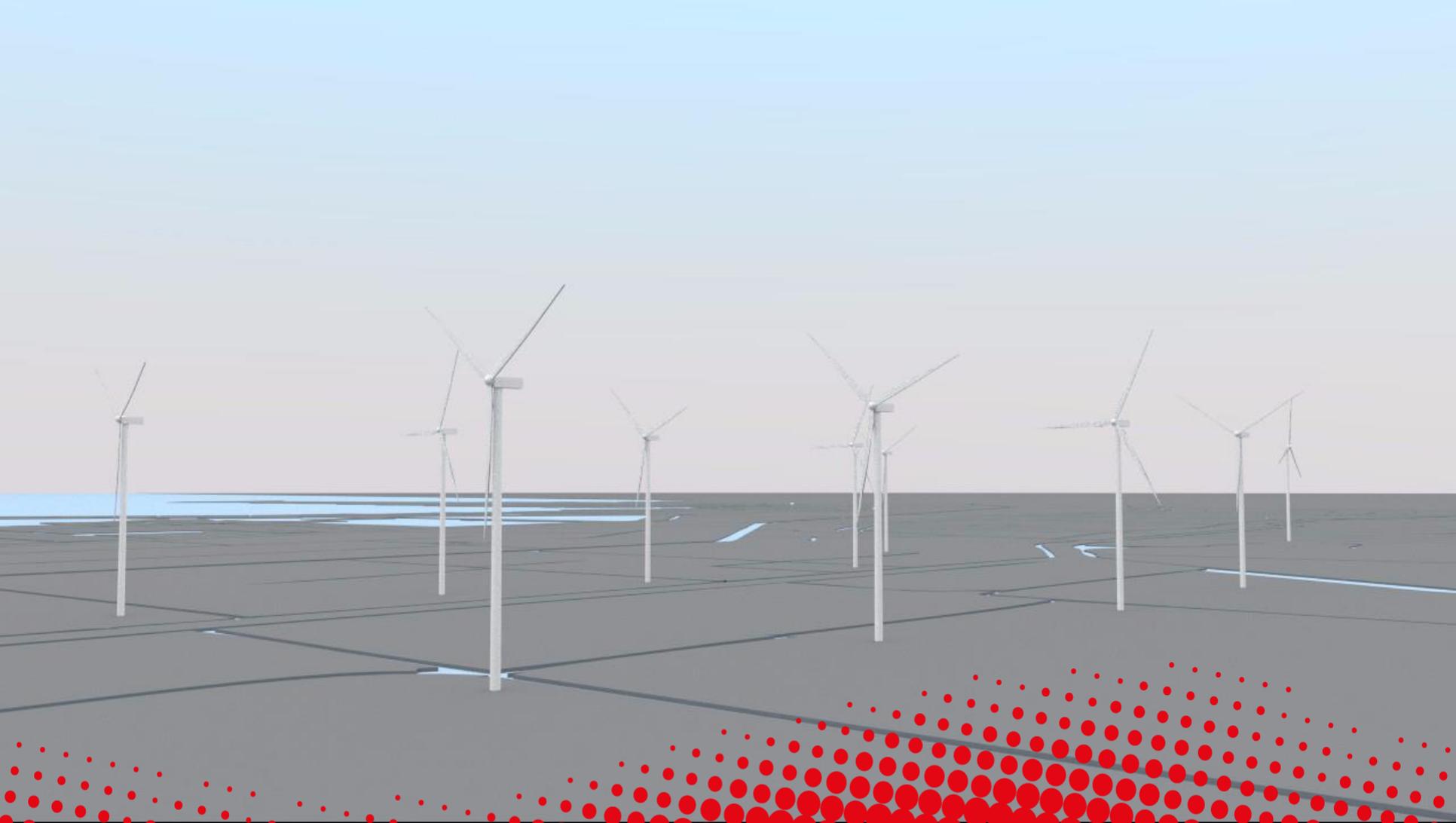
Ein Passiv-Radar-System ist ein Radar-System, welches zu keinem Zeitpunkt elektromagnetische Strahlung aussendet.



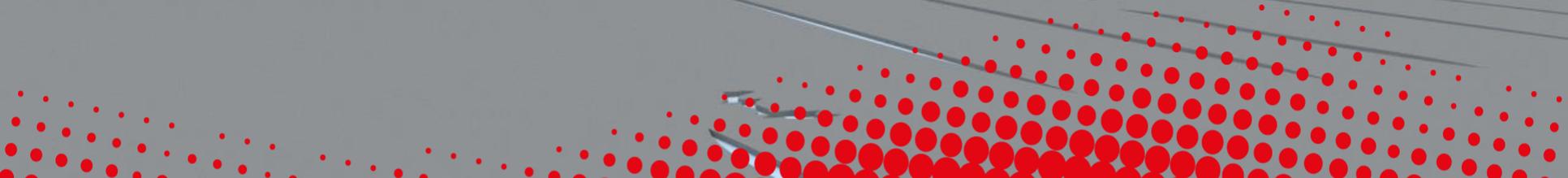
Wie funktioniert

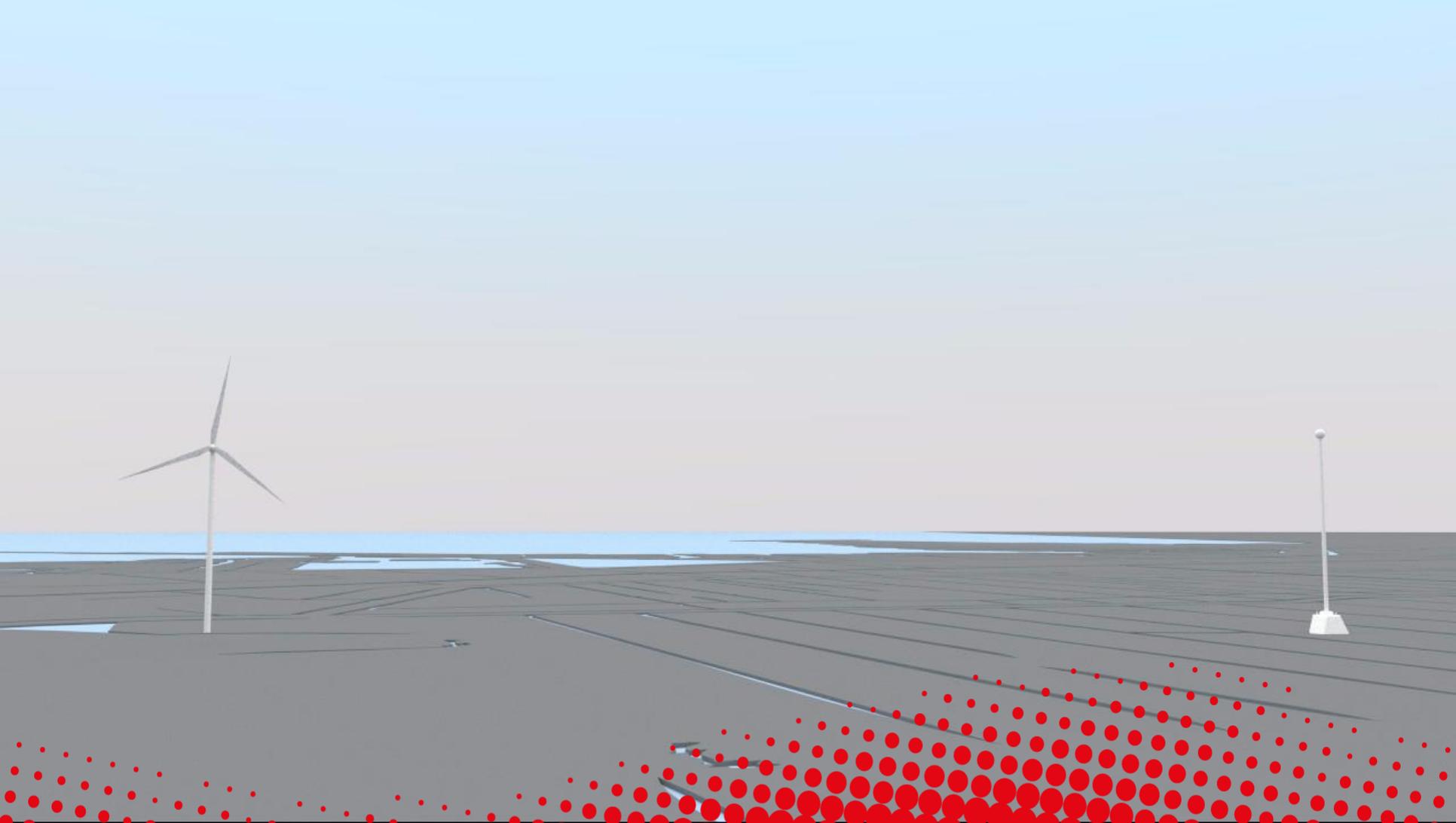
PASSIV-RADAR

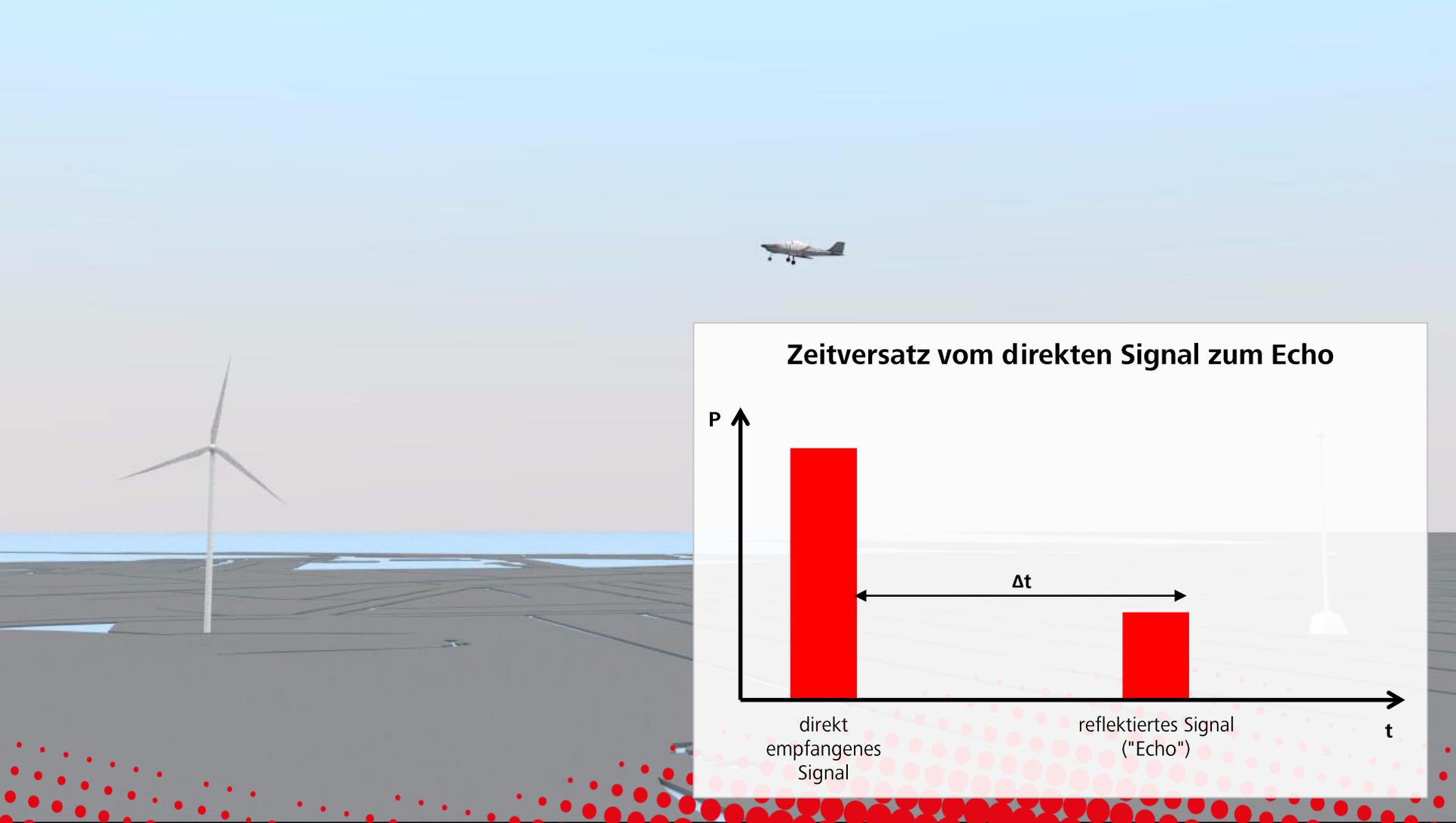




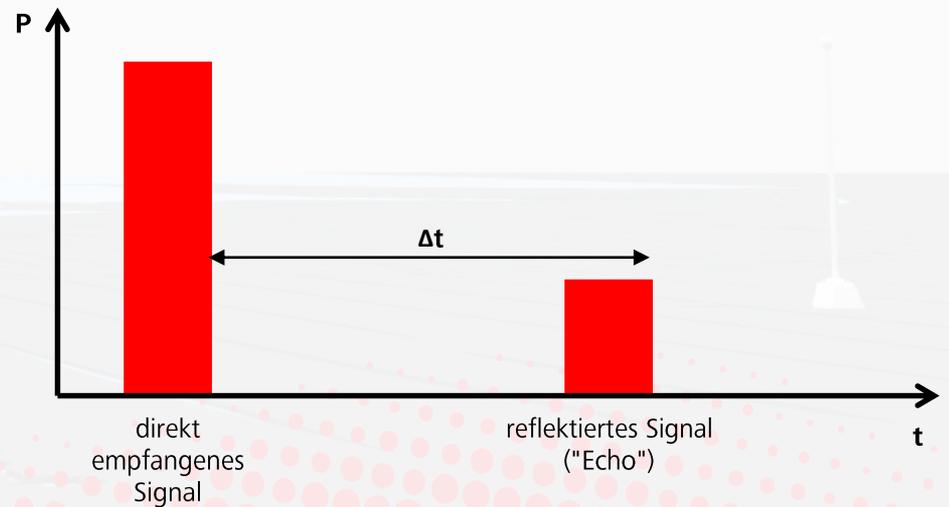
DVB-T / DAB+
Sender







Zeitversatz vom direkten Signal zum Echo

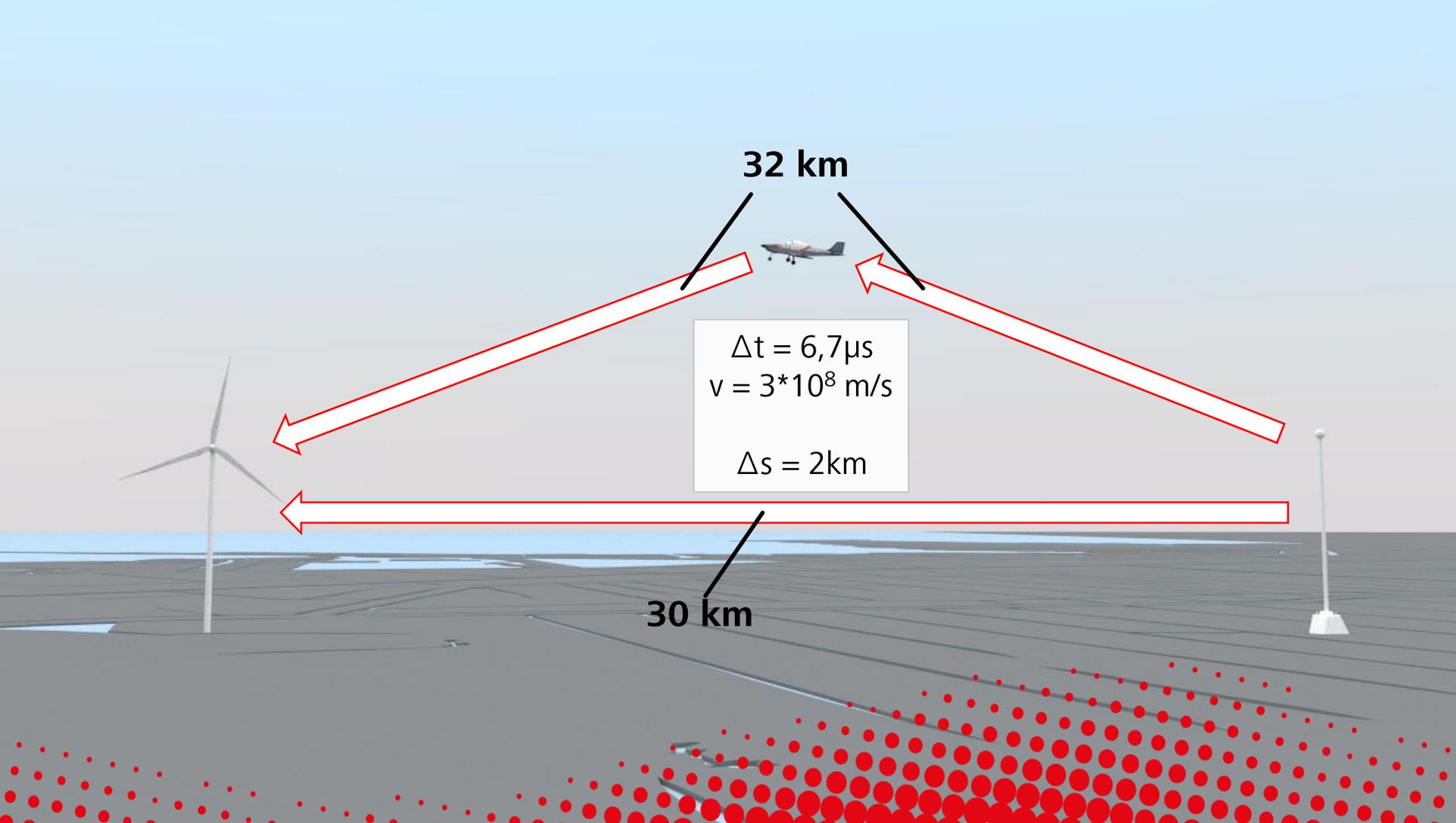


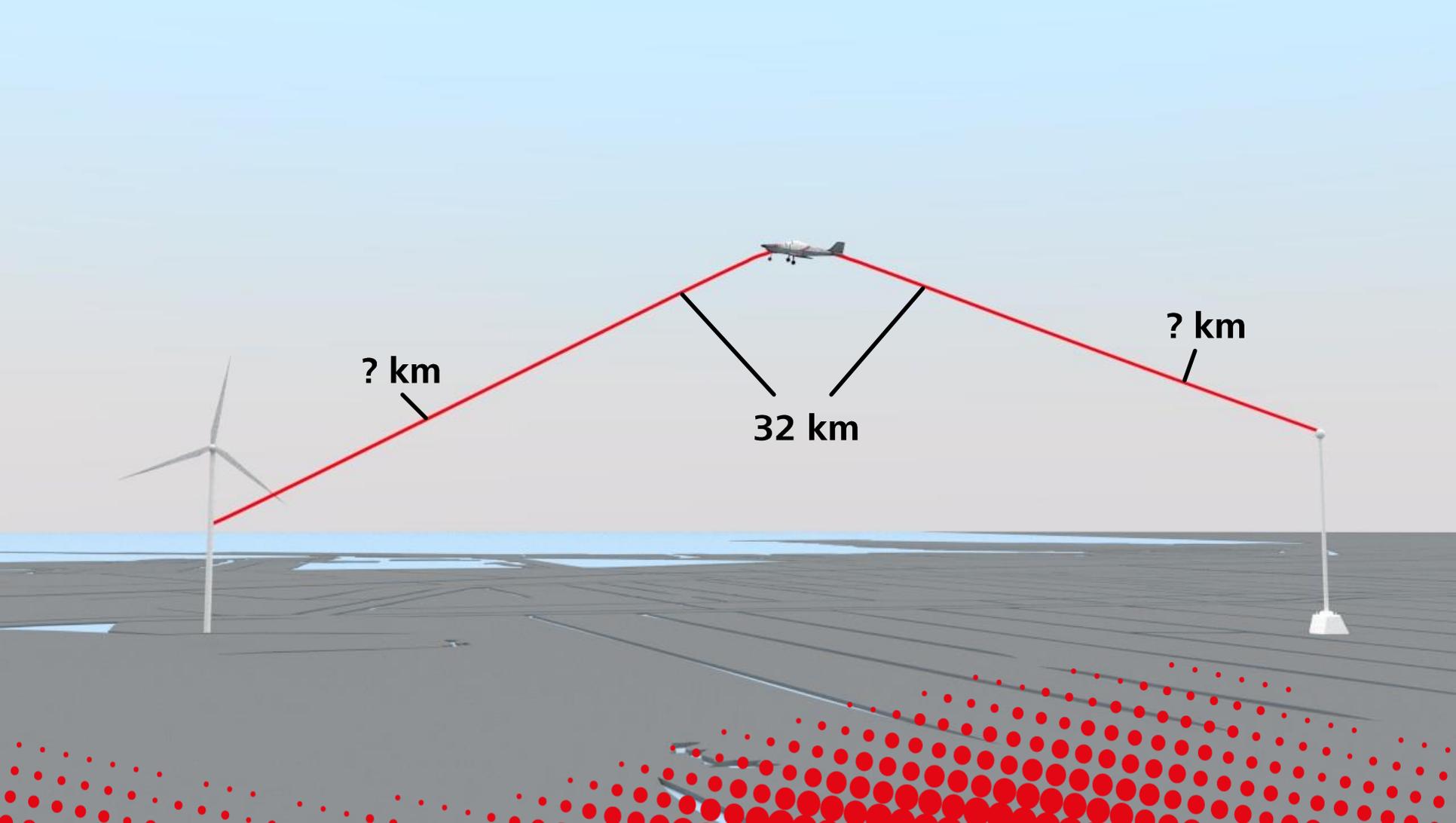
32 km



$\Delta t = 6,7\mu s$
 $v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 $\Delta s = 2 \text{ km}$

30 km

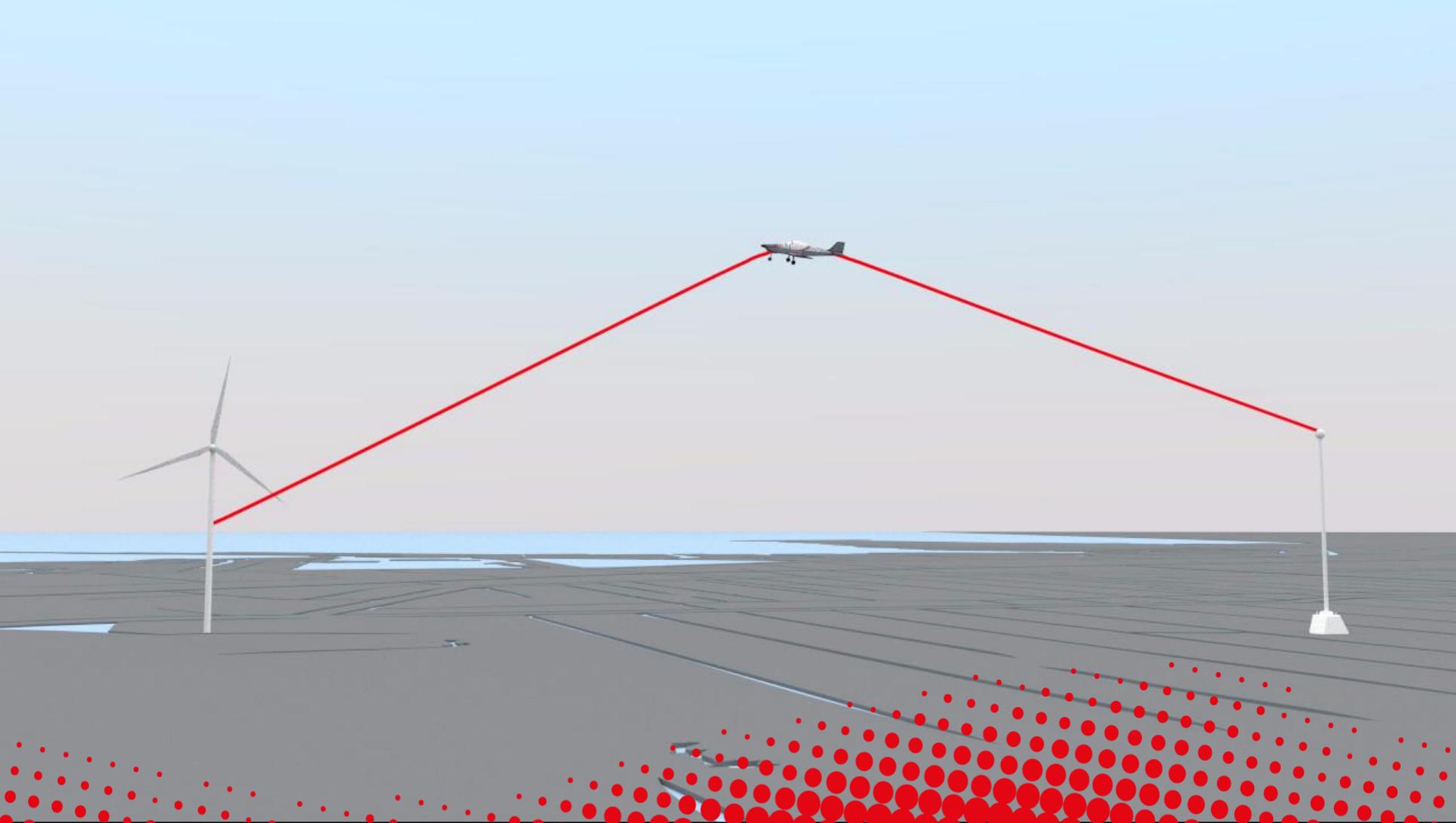


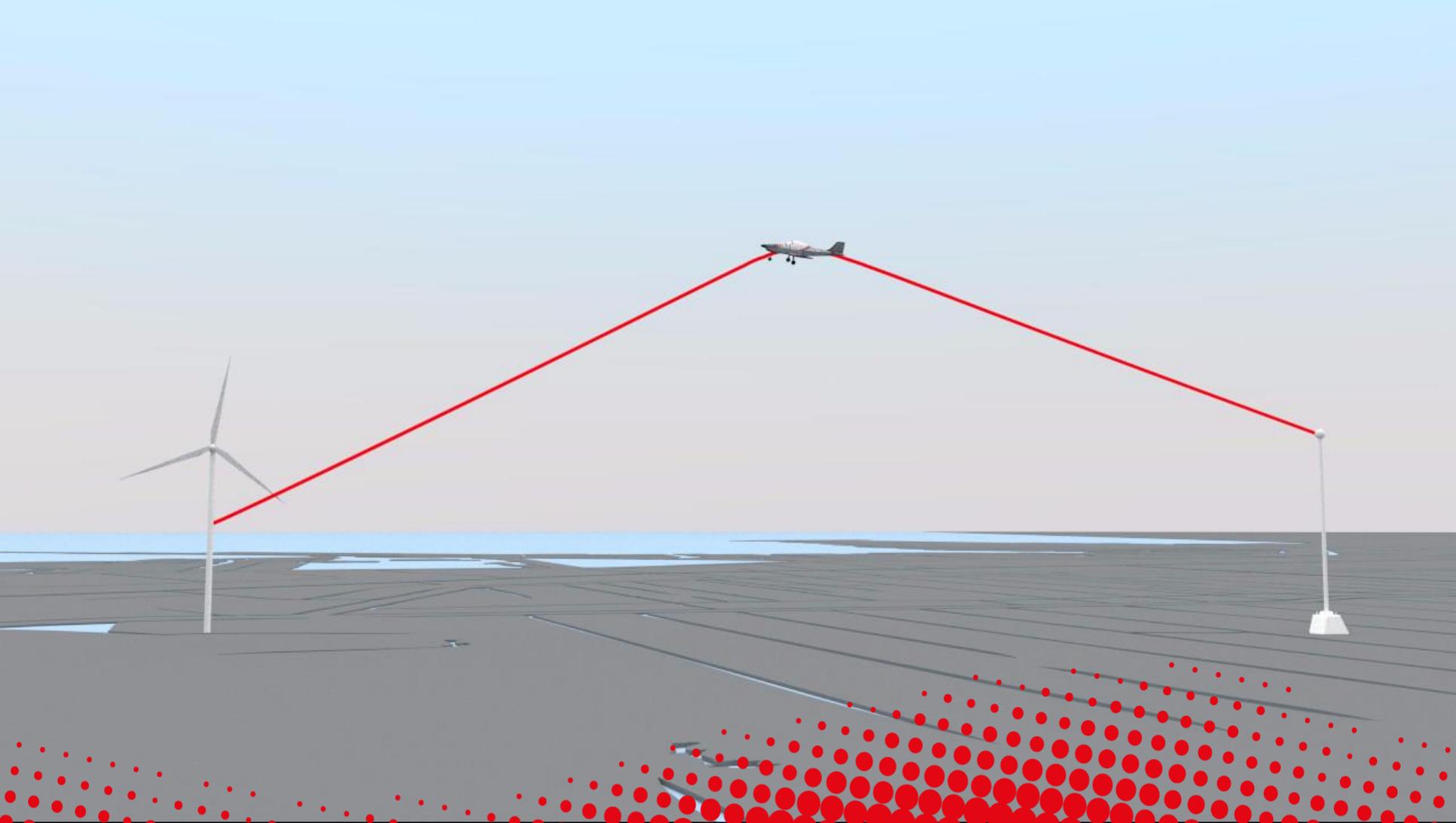


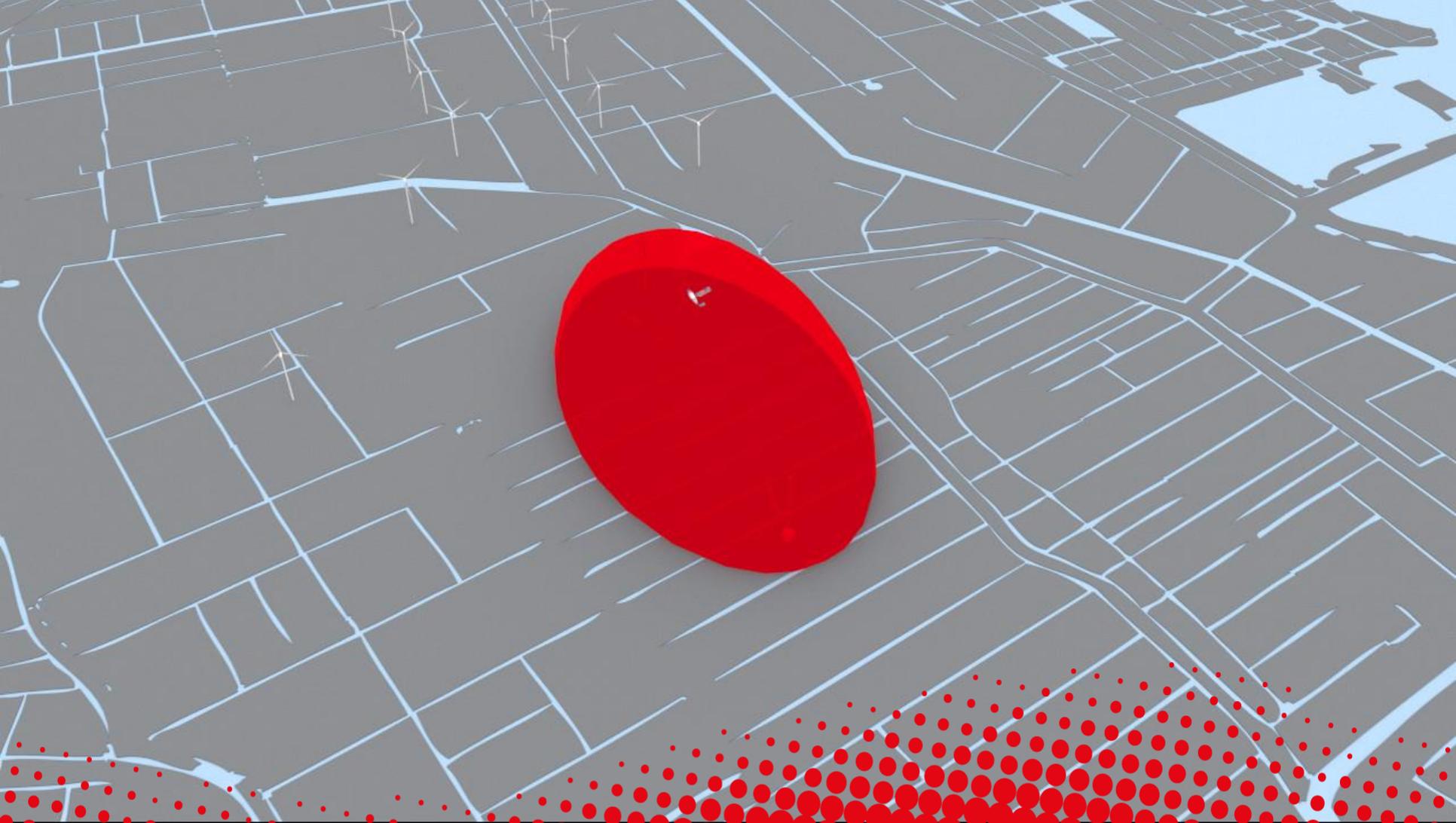
? km

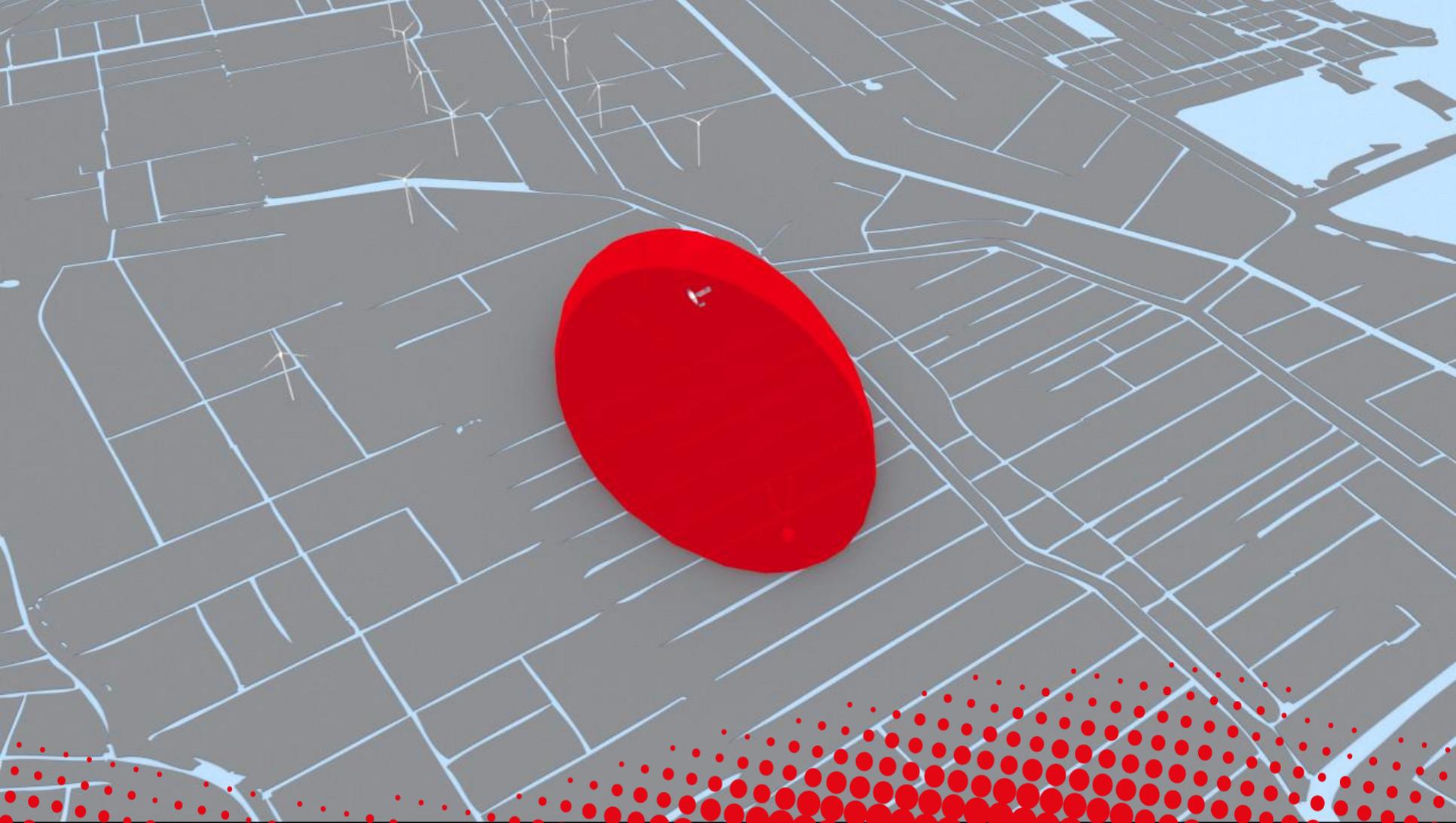
32 km

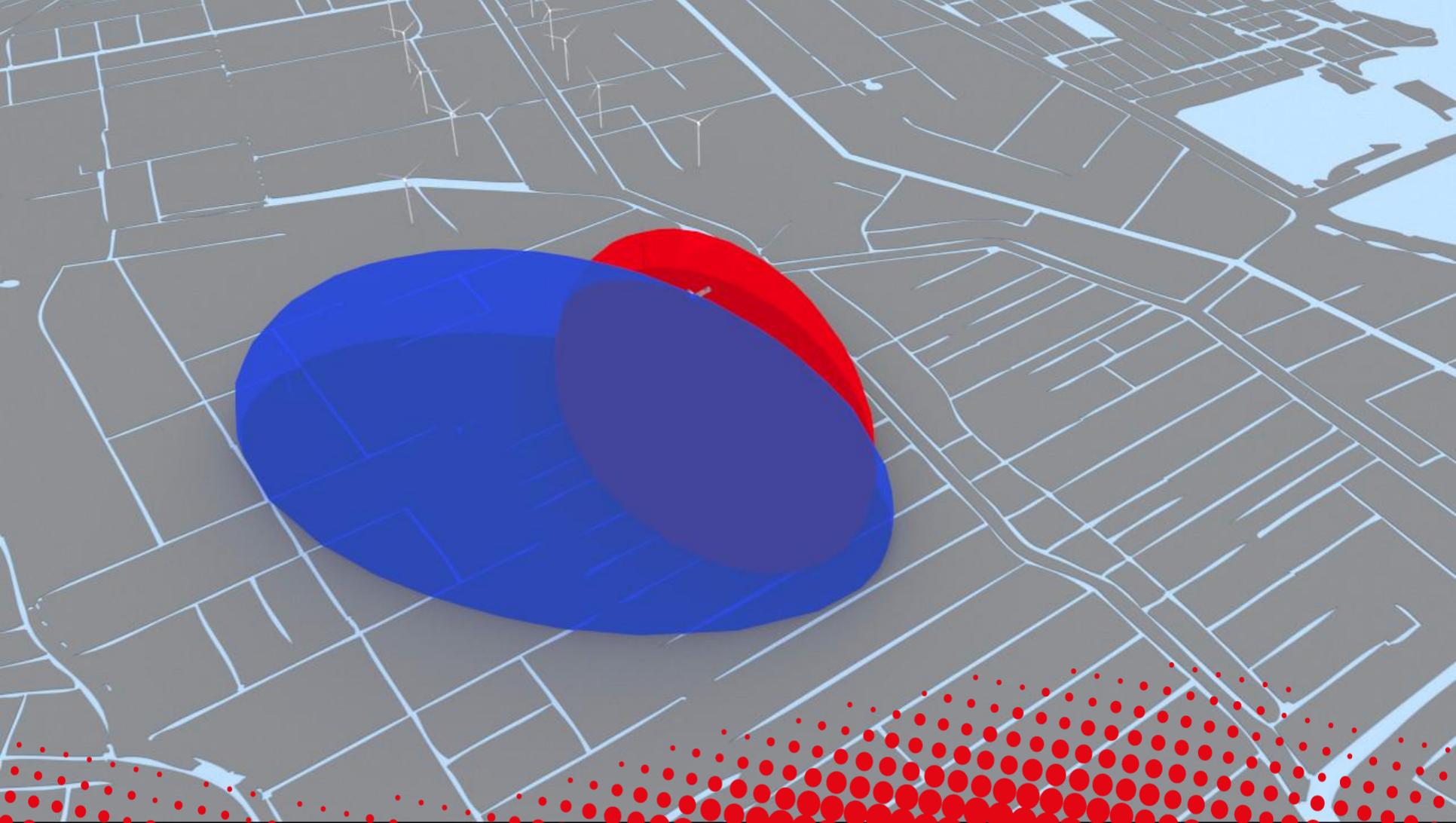
? km

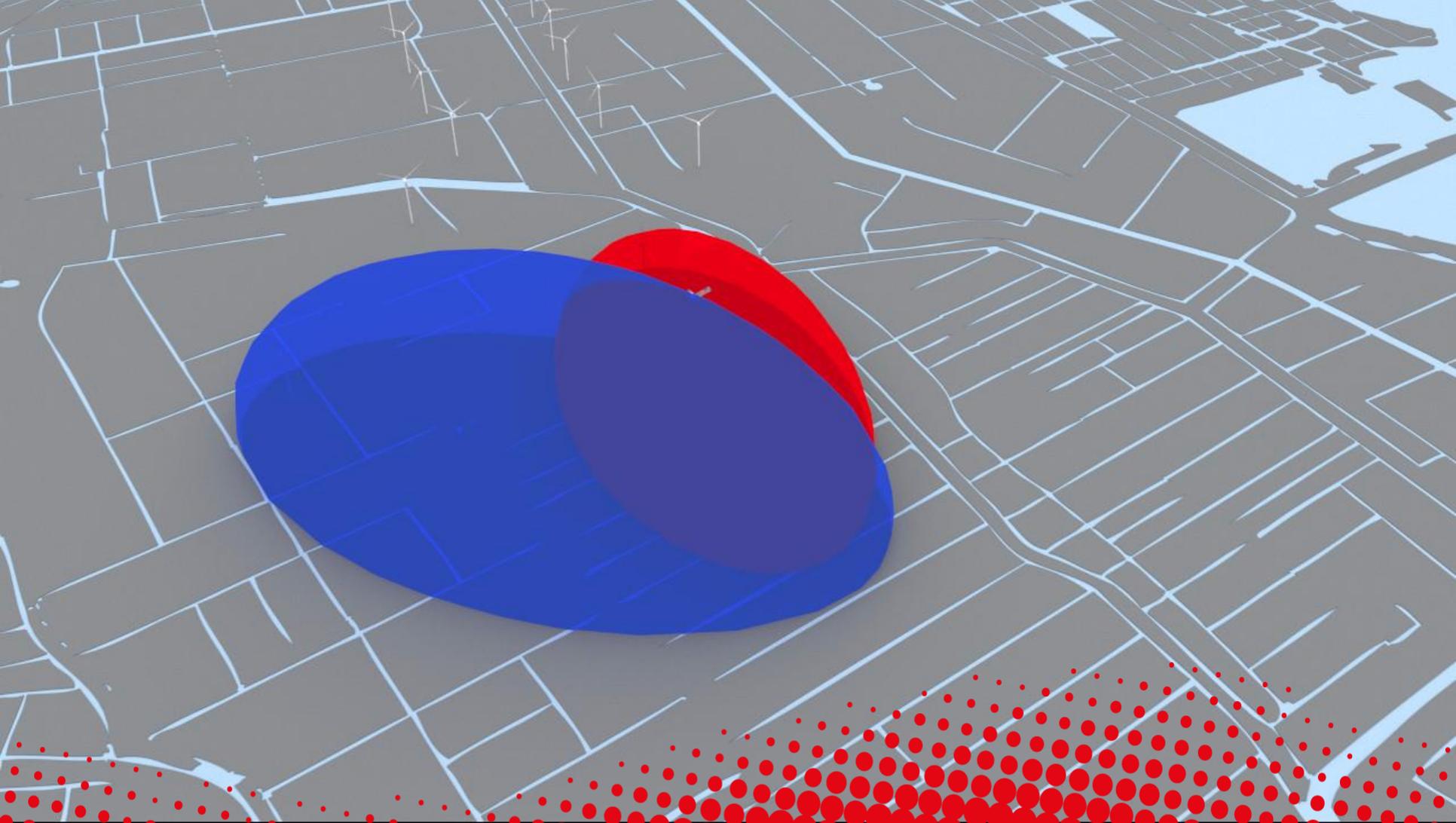


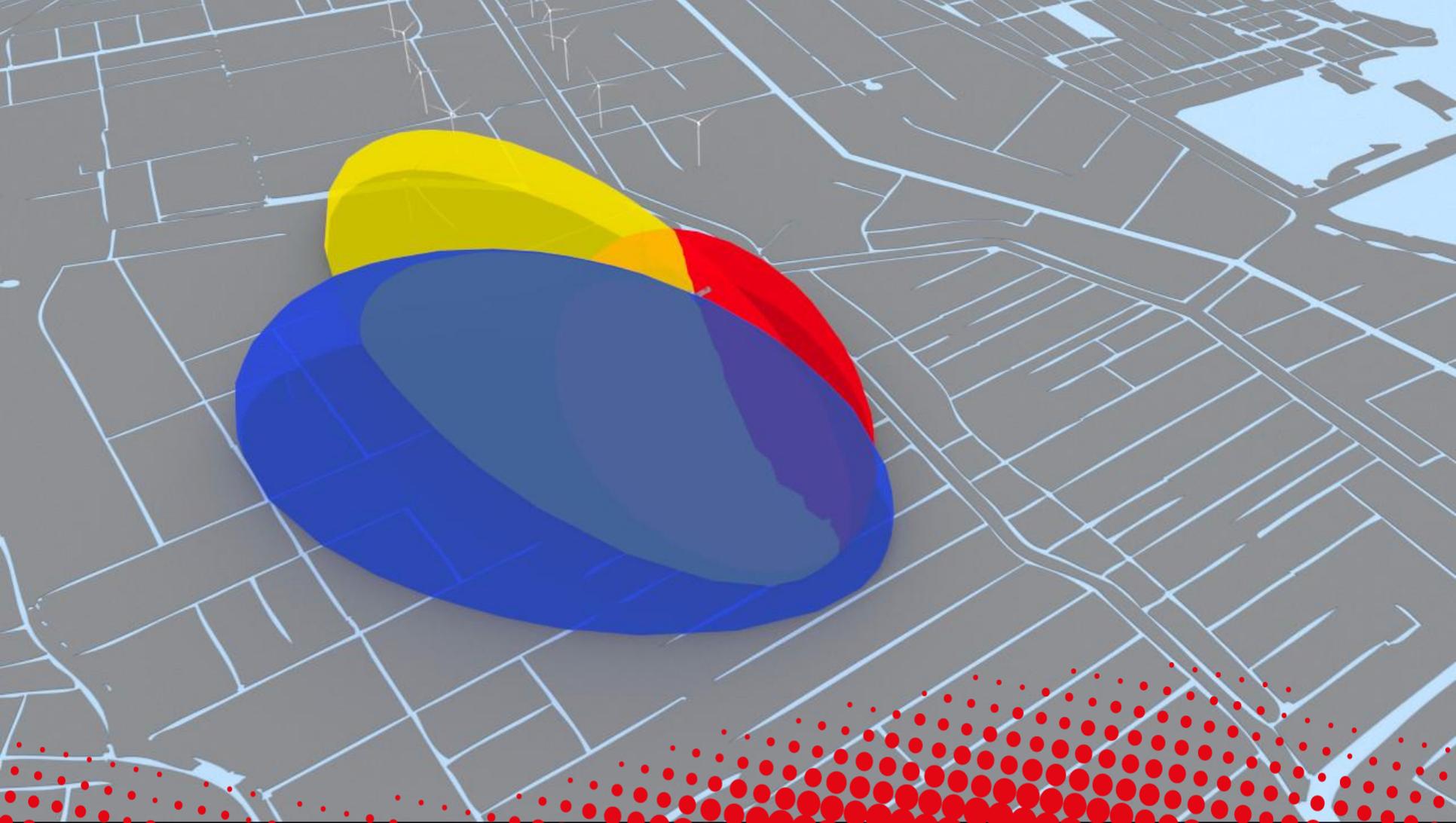


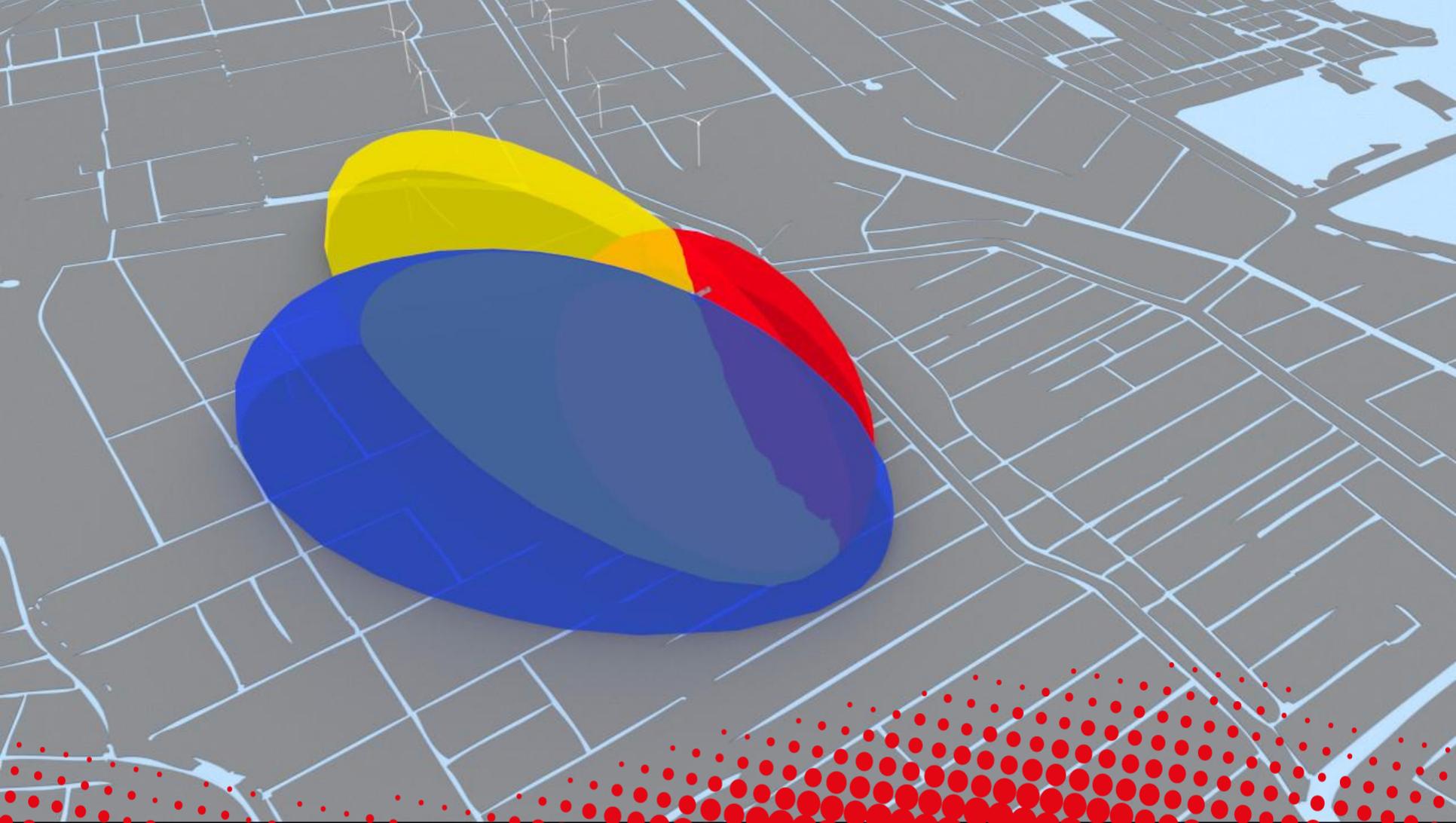












Passiv-Radar



Vorteile

- Keine Frequenzzuteilung erforderlich
- Keine zusätzliche elektromagnetischen Emissionen
- Kostengünstiger als Aktiv-Radar, da kein eigener Sender benötigt wird
- DVB-T und DAB+ als Sender flächendeckend verfügbar
- Keine Witterungseinflüsse

Herausforderungen

- Objektklassifizierung (Vogelschwärme / kleine LFZ / Bodenfahrzeuge)
- Objekthöhenmessung
- Sensordislozierung



Entstehungsgeschichte

PARASOL



Parasol - Entstehungsgeschichte



- 06.2011 Anfrage von der Deutschen Flugsicherung ans Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR) bzgl. Entwicklungsmöglichkeiten von Passiv-Radar
- 07.2011 Präsentation der Passiv-Radar-Aktivitäten des FHR vor Mitarbeitern der Deutschen Flugsicherung, des Projektträger Jülich (PTJ) und Umweltministeriums → Mögliche Förderung in Aussicht gestellt
- 07.2011 Am Dirkshof wird eine Diplomarbeit zu den Möglichkeiten von bedarfsgerechter Hindernisbefeuerng abgeschlossen

Parasol - Entstehungsgeschichte



- 10.2011 Skizze vom FHR an den PTJ über Forschungsprojekt PARASOL für den Zeitraum 2012 bis 2014 über 1,2 Mio. € eingereicht
- 12.2011 Aufforderung an das FHR durch den PTJ zum Stellen eines Förderantrags für PARASOL
- 06.2012 Bewilligung der Förderung für PARASOL durch das BMUNR



Parasol - Entstehungsgeschichte



- 07.2012 Das FHR nimmt auf der Suche nach einem Industriepartner Kontakt mit dem Dirkshof auf (Dieser ist nicht nur Projektierer und Betreiber von Windparks, sondern bietet mit der Flugzeugmanufaktur „Breezer Aircraft“ auch Know-How und Ressourcen aus der Luftfahrtbranche)
- 09.2013 Der Dirkshof installiert gemeinsam mit dem FHR das erste Passiv-Radar-System in einem Windpark in den Reußenkögen für einen einjährigen Testbetrieb

Parasol - Entstehungsgeschichte



- 04.2014 Zuständigkeit sowie Projektförderung wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) übernommen
- 09.2014 Erfolgreicher Abschluss der Testphase
- 09.2014 Die Parasol GmbH & Co. KG wird gegründet



Parasol – Weitere Schritte



11.2014 Beginn der ersten Serienproduktion

04.2015 Beantragung des Systems bei der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS)

07.2015 Verabschiedung der AVV-Kennzeichnung

08.2015 Allgemeine Zulassung des Parasol-System durch die DFS



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

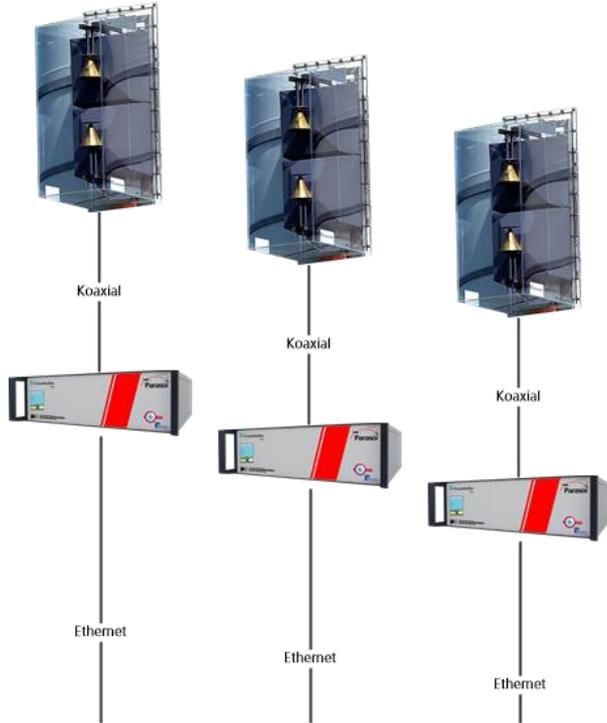
Endgültige Zulassung erfolgt nach Verabschiedung der AVV - Bis dahin vorläufige Zulassung nach §26 der aktuellen AVV

Technische Daten

PARASOL



Parasol - System



Das Parasol-System besteht aus folgenden Komponenten:

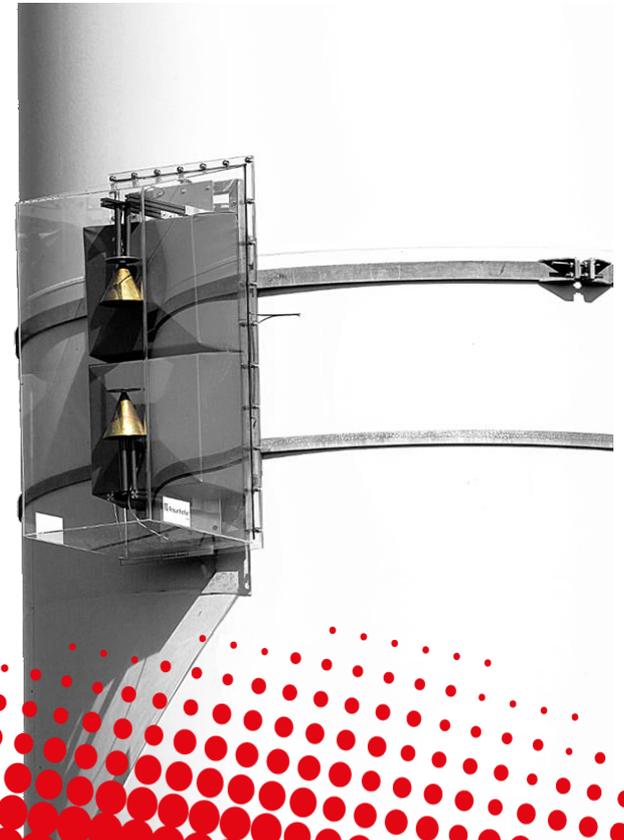
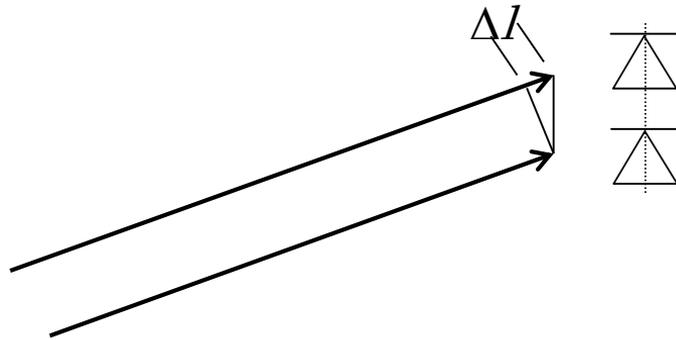
- 3 Sensoreinheiten inkl. Turmbefestigung
- 3 Auswerteeinheiten inkl. USV
- 3 Kabelsätze

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.

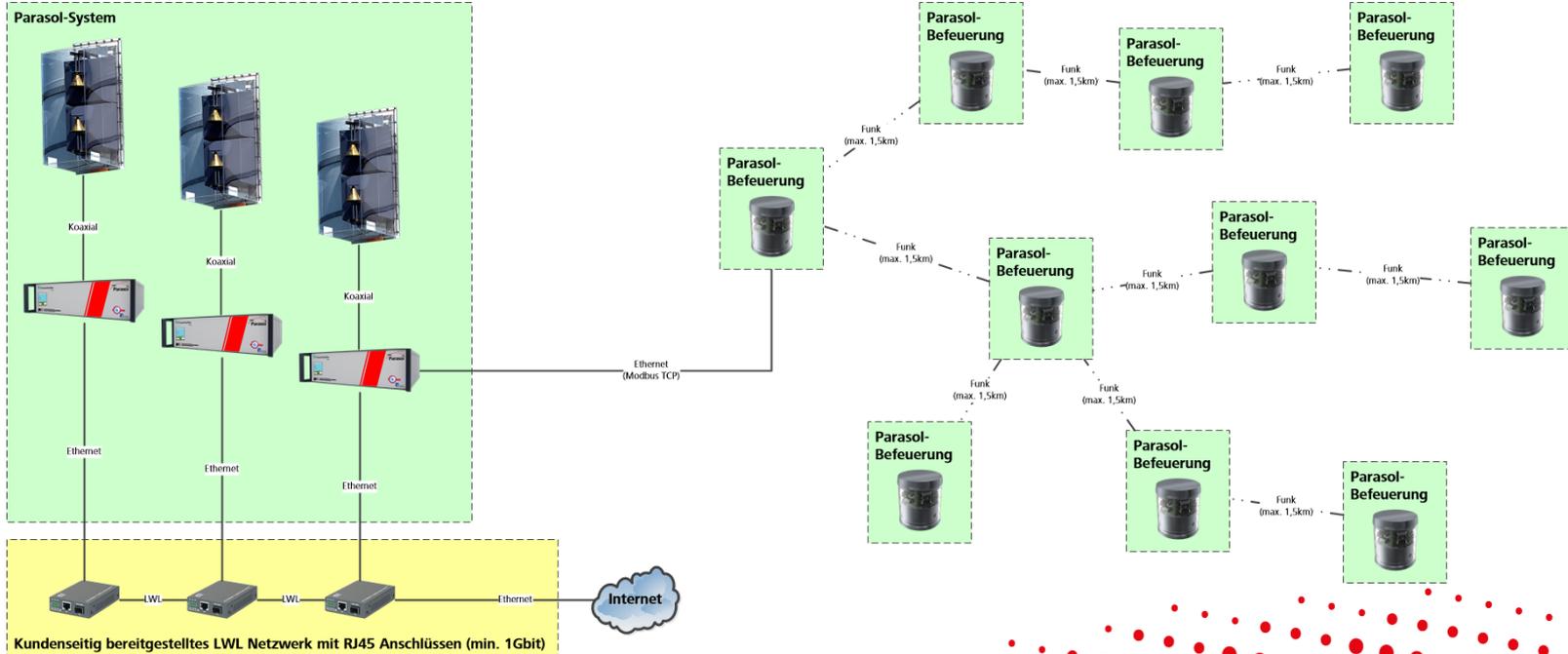


Parasol - Auswerteeinheit



- 2 Empfängermodule 470-870 MHz
- 3 Signalgeneratoren
(1. Lokaloszillator, 2. Lokaloszillator, Taktgenerator)
- 2 Analog-/Digital-Wandler, 16 bit
- 1 FPGA zur Vorprozessierung
- 1 Rechereinheit zur Postprozessierung und Steuerung
- Datenspeicher

Infrastrukturplan für Parasol-Befehuerung



Projektlauf

PARASOL



Projektlauf



- 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

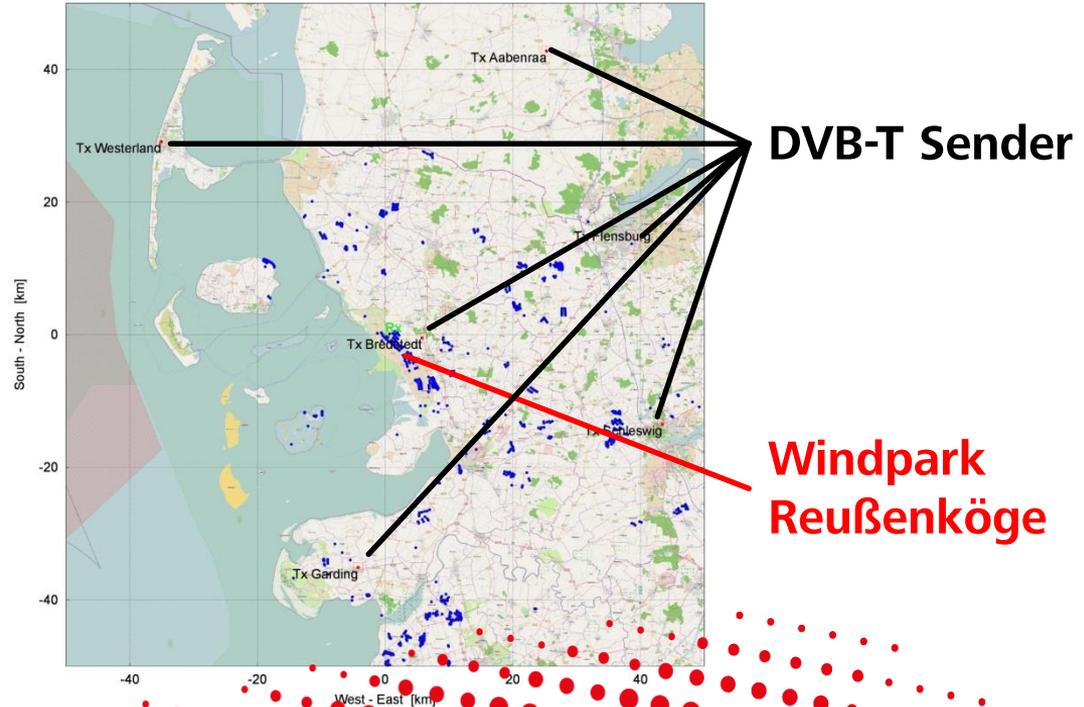


Sensordislozierung

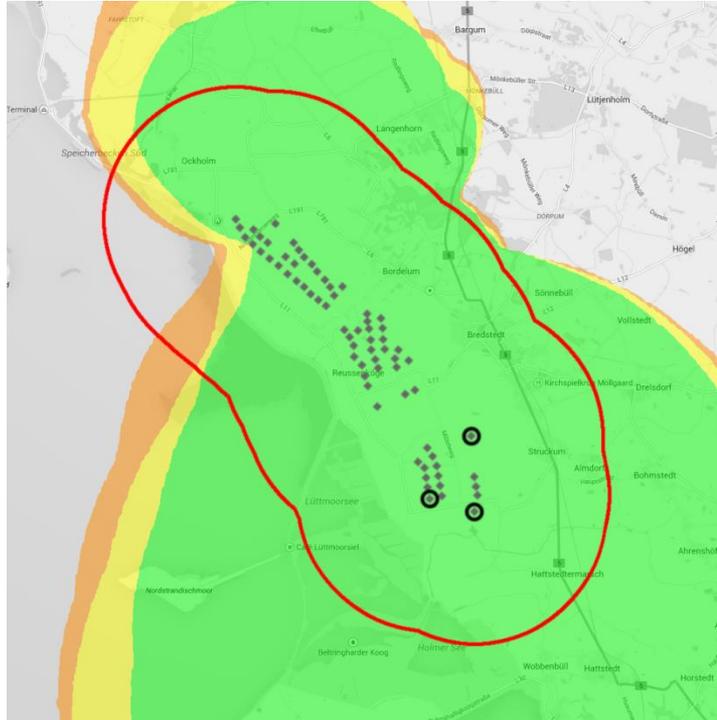


Dislozierung beschreibt die räumliche Verteilung von Einheiten auf die verfügbaren Positionen.

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 - Abdeckungsbereich



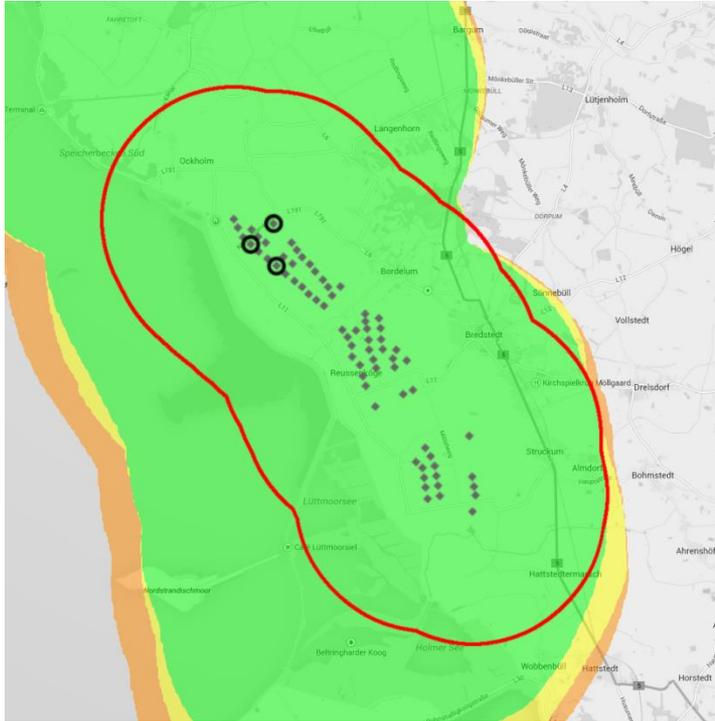
Windpark mit 77 Anlagen

Sensoren installiert an: WEA 34
WEA 69
WEA 70

Genutzter Sender: Bredstedt (498 MHz)



Parasol - Abdeckungsbereich



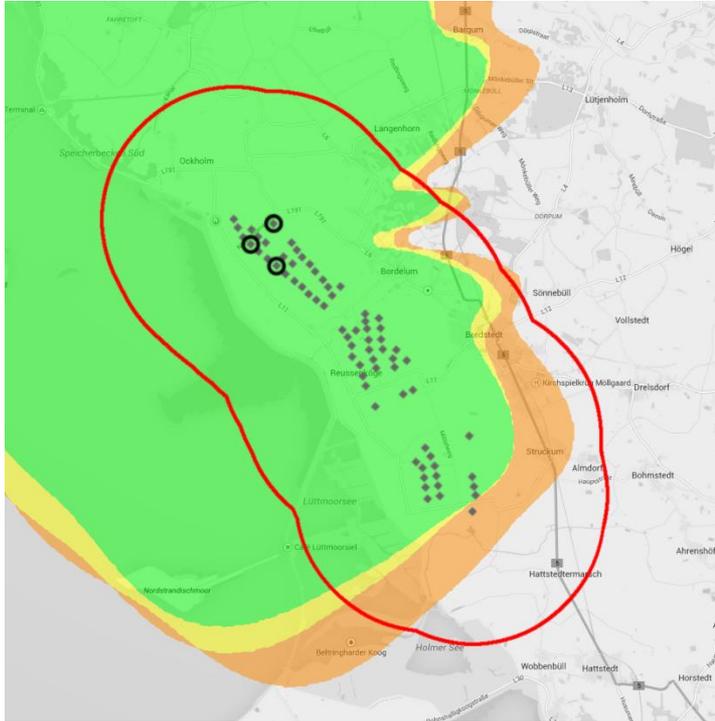
Windpark mit 77 Anlagen

Sensoren installiert an: WEA 2
WEA 5
WEA 38

Genutzter Sender: Bredstedt (498 MHz)



Parasol - Abdeckungsbereich



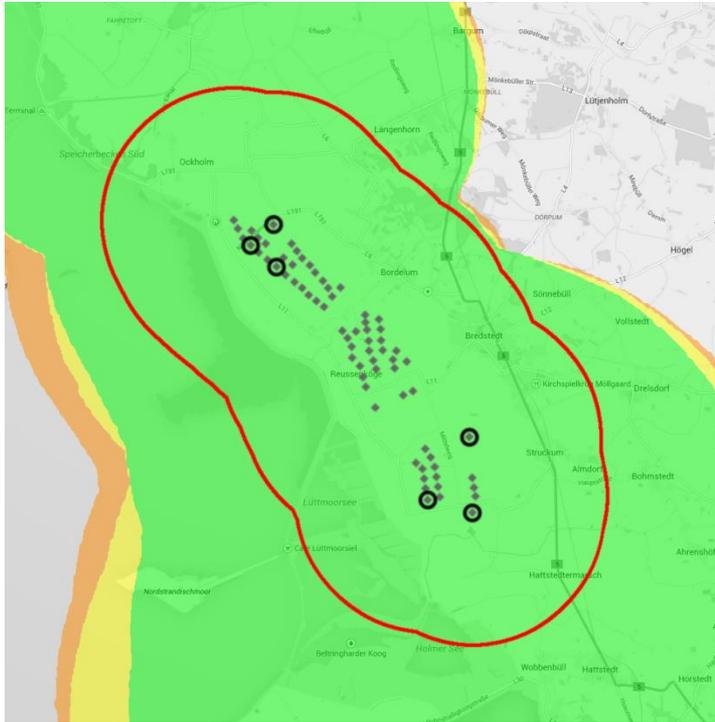
Windpark mit 77 Anlagen

Sensoren installiert an: WEA 2
WEA 5
WEA 38

Genutzter Sender: Flensburg (618 MHz)



Parasol - Abdeckungsbereich



Ergebnis:

Aufgrund der länglichen Ausdehnung des Parks über 12 km werden 2 Systeme benötigt um den vollständigen Park abzudecken.

Bei kleineren Parks wird im Regelfall ein System ausreichend sein.

In diesem Beispiel ergibt sich ein großes Potenzial für Synergieeffekte mit weiteren Parks.

Parasol - Vorteile



- Umweltschonend, da keine Radarstrahlung
- Preiswert – da kein Aktiv-Sender benötigt wird
- Rundumsicht – auch in und über dem Windpark
- Höhenmessung der sich nähernden Objekte
- Keine Warnauslösung bei Vogelschwärmen



Parasol – Download Handout



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

<http://handout.passivradar.de>



**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**

