



3.4.2 Primärradarsysteme



Osnabrück 20.05.08



- 1. Grundlagen der Radarerfassung**
- 2. Primärradar und Windenergieanlagen**
- 3. Anwendung zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen**
- 4. Wahl des Testsystems**
- 5. Feldversuch**
- 6. Testergebnisse**
- 7. Systementwurf**
- 8. Klärungsbedarf**

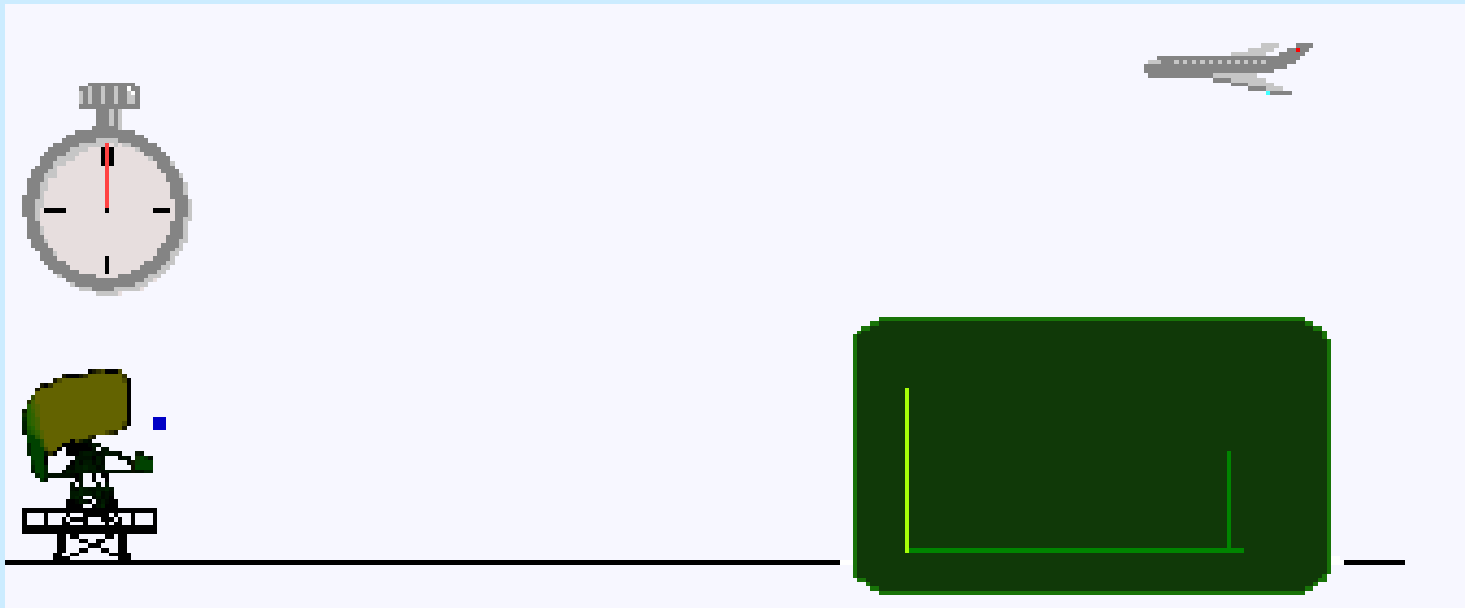


$$r = \frac{c \cdot t}{2}$$

r= Entfernung

t= Signallaufzeit

c= Lichtgeschwindigkeit



Anwendungen: Luftraumüberwachung (militärisch/zivil)
Seefahrt/Schifffahrt
Wetterbeobachtung
Automotive

Quelle: www.wikipedia.de



Mögliche Wechselwirkungen zwischen WEA und Radaranlagen wurden aus planerischen Gesichtspunkten bereits hinlänglich untersucht.

Windenergieanlagen beeinflussen Radaranlagen. Bekannte Wechselwirkungen sind z.B.:

- Stördaten (Clutter)
- Reflektion und Beugung (False Tracks und Ghost Tracks)
- Verschattung (Shadowing)

Gegenmaßnahmen:

- Wissenschaftliche Problemanalyse
- Bauliche und planerische Maßnahmen
- Technologische Maßnahmen: Filter, Vernetzung, Stealt-Technologien



Idee: Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen bedarfsgerecht schalten

Vorteile:

- geringere „Lichtverschmutzung“
- höhere Akzeptanz von Bauwerken (insbesondere bei WEA)
- Energieeinsparung

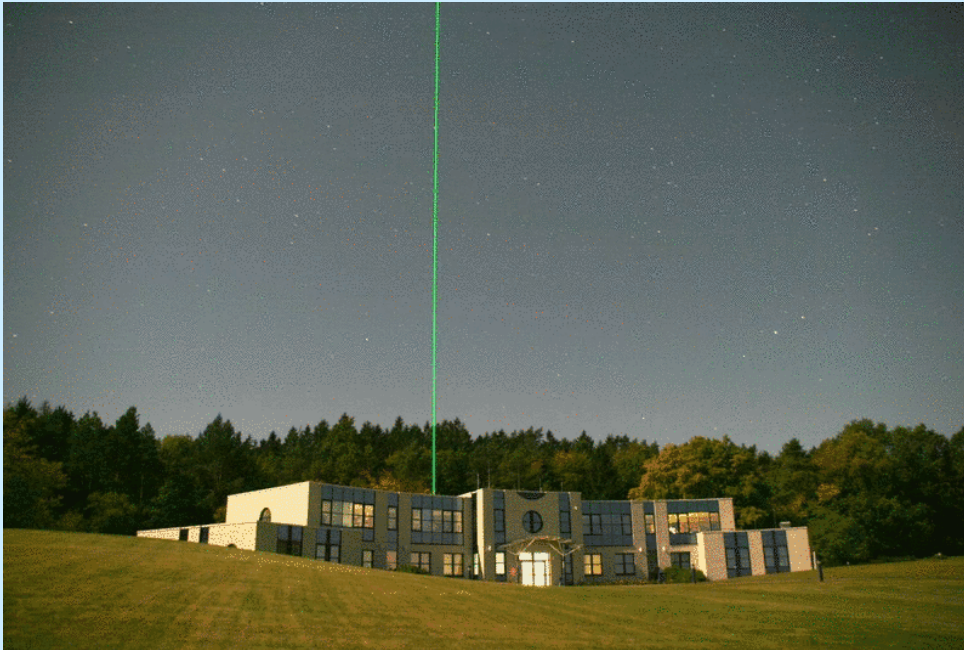
Bedingungen:

- zuverlässige Erfassung aller relevanten Luftbewegungen
- Fail-Safe-Technologie

Grundsätzlich ist die Anwendung bei allen Luftfahrthindernissen denkbar, Windenergieanlagen bieten sich hier jedoch aufgrund ihrer Verbreitung, der bestehenden Akzeptanzprobleme und ihres Gefahrenpotentials für die Luftfahrt besonders an.



zwei Beispiele:



IAP (Leibniz Institut für
Atmosphärenphysik)
Kühlungsborn
(Quelle: <http://www.iap-kborn.de>)



Hochspannungsleitungen über Fjorden
in Norwegen
(Quelle: OCAS)



Für einen Feldversuch wurden drei Alternativen geprüft:



Nutzung bestehender Anlagen



Nutzung von modifizierten Kleinanlagen



Nutzung spezieller Systeme



Windfeld Nadrensee



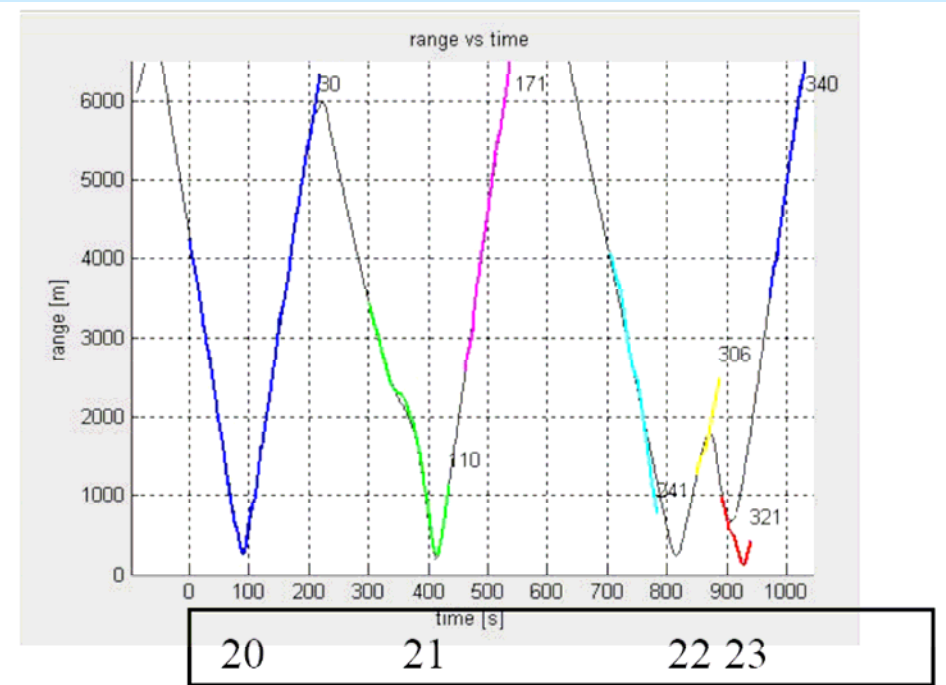
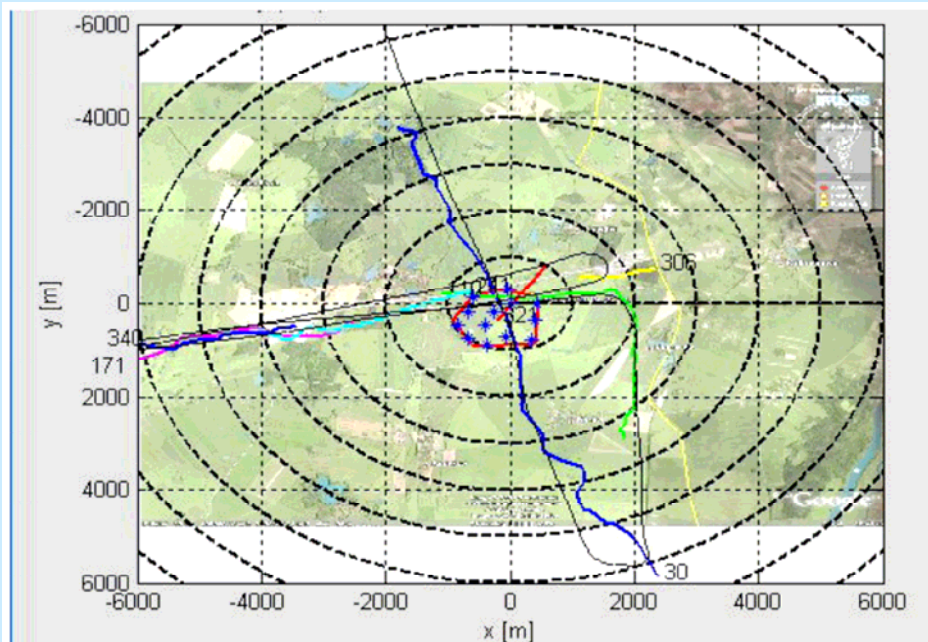
OCAS Radarsystem



Radartyp	Frequenzmoduliertes Dauerstrichradar (FMCW)
Leistung	avg: 1W, peak: 2W
Verstärkung	17 dB
Reichweite	3000 – 5000 m, Genauigkeit 50m
Frequenz	L-Band, ca. 1,3 GHz
Azimuthabdeckung	360°, Genauigkeit 7°
Vertikale Abdeckung	+/- 40°, Genauigkeit 1°
Max. Zielgeschwindigkeit	255 Knoten
Betriebstemperatur	-40 - 65 °C

Testbedingungen:

1 Radarantenne mittig im Windfeld
23 Testflüge mit Kleinflugzeug
Log der GPS-Flugdaten
Vergleich GPS - Radartracks



- keine zufriedenstellenden Testergebnisse beim Betrieb einer Radarantenne im Windparks, teilweise Abschattung durch WEA
- aber: in Richtungen mit freier Sicht sehr gute Übereinstimmung der Tracks
- bekannte Wechselwirkungen Radar-WEA sind deutlich zu messen
- Antenne muss an der Peripherie angeordnet werden, ggf. Vernetzung multipler Antennen.

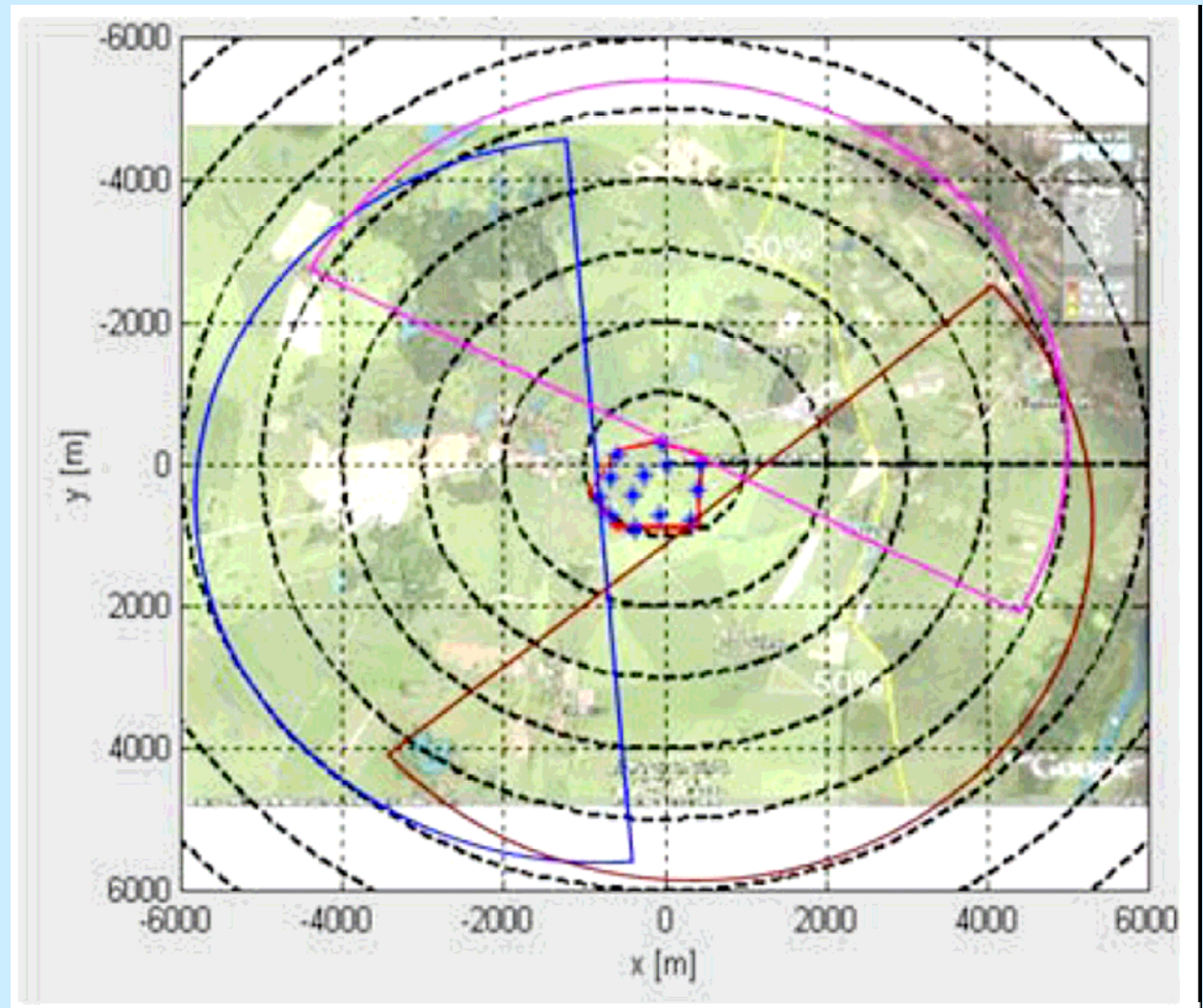


- > Grundsätzlich ist eine Erfassung von Luftfahrzeugen mit dem Testsystem in ausreichender Entfernung möglich
- > WEA schatten den Erfassungsraum deutlich ab
- > Die Durchführung eines weiteren, aufwendigeren Feldtests mit multiplen Antennen und komplexer Auswertelgorithmen ist notwendig.
- > mögliche Konfigurationen:
 - Mehrere Radarantennen mit reduzierter Azimutabdeckung, Montage auf separaten Masten an der Peripherie des Windparks
 - Mehrere Radarantennen mit reduzierter Azimutabdeckung, Montage am Turm der Windenergieanlagen



Systementwurf am Beispiel Nadrensee:

- drei Radarantennen an der Peripherie des Windparks
- Erfassungswinkel je 180° horizontal, 45° vertikal
- Erfassung aller Flugobjekte, die in den Erfassungsbereich einfliegen
- Absicherung aller möglichen Einflugrouten





Details eines universellen Systementwurfs:

- Je nach Windpark mindestens 2 OCAS-Antennen (RU) mit reduzierter Azimutabdeckung
- Antennenmontage am WEA-Turm mit geeigneten Vorrichtungen
- Je Antenne eine Spannungsversorgung mit USV (PU)
- Versorgungsspannung für PU 230 VAC
- An zentraler Stelle Interface zum Befeuerungsmanagementsystem (SU)
- UHF-Kommunikation zwischen RU, PU und SU
- OCAS-System übergibt Still-Alive-Signal an Befeuerungsmanagementsystem, wenn dieses ausbleibt, werden alle Befeuerungsanlagen aktiviert



Technische Fragen:

- Funktionsprinzip multipler Antennen
- Befestigung von Radarantennen am Anlagenturm

Funktionelle Fragen:

- Audiowarnung zusätzlich zur visuellen Warnung?
- Art der verwendeten Befeuerung
- Definition von Warnzone und Einschaltzeiten

Genehmigungsrechtliche Fragen:

- Frequenznutzung L-Band (Radar)
- Frequenznutzung VHF und UHF
- grundsätzliche Konformität mit bestehenden Regelungen



Dipl.-Ing. (FH) Thomas Herrholz
Product Manager

ENERTRAG Windfeld Systemtechnik GmbH
Gut Dauerthal
D-17291 Dauerthal
Germany

thomas.herrholz@enertrag.com
+49 (0) 39854 6459-350

[1] Quelle: Internetrecherche, <http://www.wikipedia.de>

[1] Quelle: 53rd IEA Topical Expert Meeting: Radar, Radio and Wind Turbines, Oxford, UK, March 2007

[1] Siehe: Wind Turbines in the Radiation Field of systems from a Prediction and Siting Point of View, Gerhard Greving, Oxford, March 2007, <http://www.navcom.de>

[1] Siehe: Stealth turbines and impact assessment, Steve Turner, Oxford, March 2007, www.qinetiq.com

[1] Siehe: International Energy Association – The Journey, Ian Scragg, Oxford, March 07

[1] Siehe: Wind Turbines in the Radiation Field of systems from a Prediction and Siting Point of View (21), Gerhard Greving, Oxford, March 2007, <http://www.navcom.de>

[1] Link: <http://www.iap-kborn.de/RMR-Lidar-Kuehlungsborn.103.0.html>

[1] Link: <http://www.ocas-as.no/Home.htm>

[1] Produktbeispiele: <http://www.furuno.de>