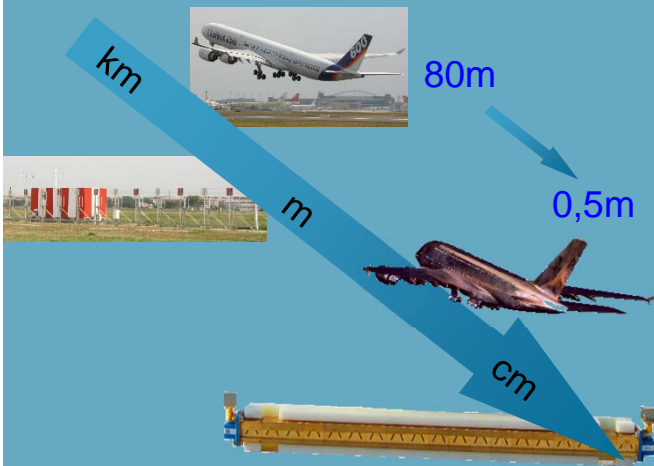


Skalierung von Navigationssystemen



aktuelle Veröffentlichungen:

Investigating Multipath Propagation for Navigation Systems in a Miniaturized Airport Environment – ILS and extension to VOR, R. Geise, G. Zimmer, B. Neubauer, A. Enders, IFIS 2014, Oklahoma City

Mehrwegeausbreitung bei Navigationssystemen – ein universeller Ansatz zur EMV-Analyse mit skalierten Messungen, R. Geise, B. Neubauer, G. Zimmer, A. Enders, EMV 2014, Düsseldorf

Measurement Method for Analysing the Propagation of Electromagnetic Navigation Signals,

Deutsche Patentanmeldung Nr. 10 2011 054 093.8
Internationale PCT-Anmeldung EP2012/069190
Erfinder: Robert Geise, Achim Enders,
Anmelderin: Technische Universität Braunschweig

Technische Universität Braunschweig

Institut für Elektromagnetische Verträglichkeit
Schleinitzstraße 23
38106 Braunschweig

Institut für Flugführung
Hermann-Blenk-Straße 27
38108 Braunschweig

Projekt-Team:

Prof. Dr. Achim Enders
Prof. Dr. Peter Hecker
Dr.-Ing. Robert Geise (Projektleiter)
Dipl.-Ing. Mark Bitter
Dr.-Ing. Thomas Feuerle
Dipl.-Ing. Björn Neubauer
Dipl.-Ing. Georg Zimmer

Dipl.-Ing. Josef Thomas (beratender Ingenieur VDI)

Kontakt:

Email: r.geise@tu-braunschweig.de
Tel. +49 531 391-7726
Fax. +49 531 391-7724
www.tu-braunschweig.de/emv

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt

miniaturisiertes VHF Omnidirectional Radio range und Winträder



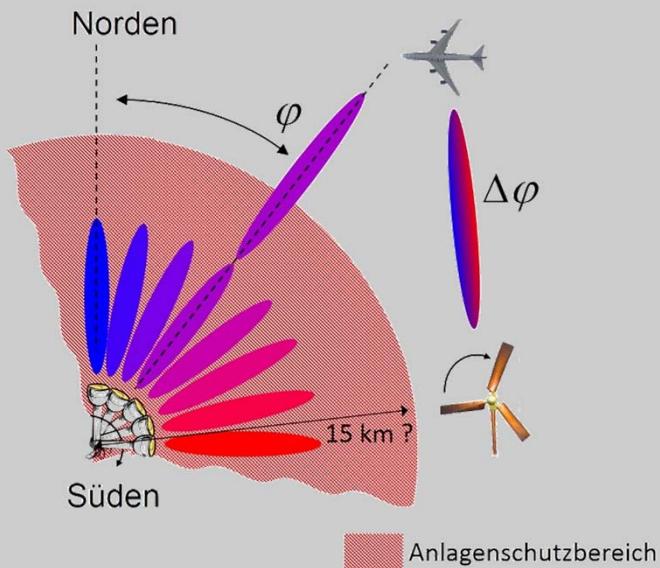
Elektromagnetische
Verträglichkeitsanalyse von
Windenergieanlagen und
Navigationssystemen der Luftfahrt

Entwicklung von Verfahrensweisen mit
skalierten Messungen und Hypothesen-
tests mit 1:1 Validierungsflügen

min

Mehrwegeausbreitung von Navigationssignalen

Die Qualität von Navigationssignalen wird immer durch unbeabsichtigte Mehrwegeausbreitung beeinträchtigt. Von praktischer Bedeutung ist dies insbesondere bei dem Instrumenten-Lande-System (ILS) und dem Drehfunkfeuer (engl.: VHF omni directional radio range VOR). Gegenmaßnahmen in Form von Anlagenschutzbereichen begrenzen den Ausbau nahegelegener Windenergieanlagen. Die Auslegung dieser Schutzbereiche basiert allerdings auf sehr vagen Annahmen, wobei es bisher keine quantitativen Aussagen über das tatsächliche Störpotenzial von Windenergieanlagen auf das Drehfunkfeuer gibt.



Funktionsweise des Drehfunkfeuers in vereinfachter Darstellung:

- Unterschiedliche Farben kennzeichnen den frequenzmodulierten Anteil des Navigationssignals.
- Anlagenschutzbereiche sind definiert, um Missweisungen des Drehfunkfeuers durch Reflektionen an Windrädern zu vermeiden.

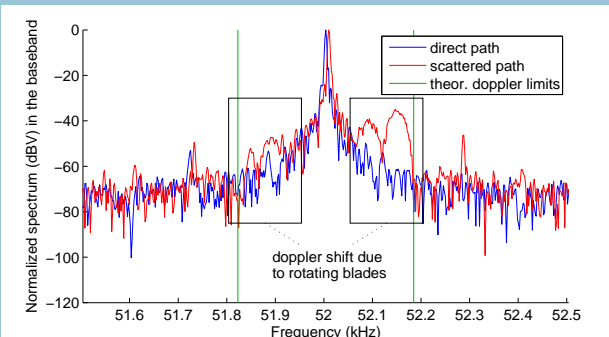
VOR

Projektziele

Derzeit sind allein in Deutschland 1700 MW an geplanter Ausbauleistung in der Windenergie blockiert aufgrund vermuteter Unverträglichkeiten mit dem Drehfunkfeuer.

Min-VOR-Win liefert gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse über das tatsächliche Störpotenzial von Windenergieanlagen und dem Drehfunkfeuer. Die wesentlichen Projektziele sind:

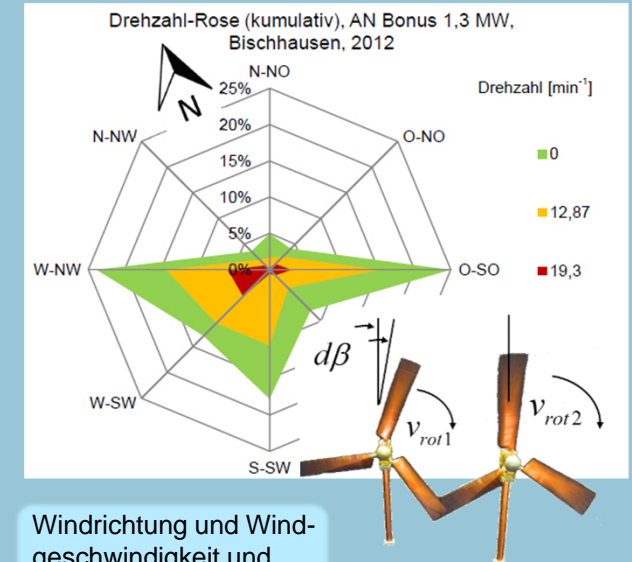
- Entwicklung einer skalierten miniaturisierten Messumgebung für elektromagnetische Verträglichkeitsanalysen
- Identifizierung von individuellen Windparkzuständen zur Nachbildung in der skalierten Messumgebung
- Validierung der Messergebnisse aus der miniaturisierten Messumgebung durch Hypothesentests mit 1:1 Messflügen
- Ableiten allgemeingültiger Aussagen über das Störpotenzial von Windenergieanlagen



Ergebnisse des skalierten Drehfunkfeuers: Messbeispiel für ein Dopplerspektrum eines sich drehenden Windrades

Win

Windpark-Parameter



Windrichtung und Windgeschwindigkeit und Drehzahl

Geometrie der Windräder

Synchronizität

Geländetopologie

Vorteile

- ✓ skaliertes Messverfahren wurde im Projekt "Sk-ILS" bereits vollständig validiert
- ✓ Verträglichkeitsanalysen für ganze Windparks und Repowering-Maßnahmen bereits in der Planungsphase möglich
- ✓ Skalierte Messumgebung hat nahezu unbegrenzte Verfügbarkeit und Flexibilität
- ✓ behebt grundlegende Defizite von Simulationswerkzeugen
- ✓ Skaliertes Messverfahren ist rückführbar, justitierichtig und kann jederzeit beteiligten Stakeholdern vorgeführt werden