

# Literaturrecherche zu Ansätzen für die Prognose von (D)VOR-Störbeiträgen von Windenergieanlagen

Verfasser:

Dr. Neven Josipovic

n.josipovic@tu-bs.de

Telefon: 0531 391-2469

Braunschweig, den 17.06.2019

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Rechtswissenschaften  
Koordinierungsstelle Windenergierecht  
Bienroder Weg 87  
38106 Braunschweig

[www.k-wer.net](http://www.k-wer.net)

## **Inhaltsverzeichnis**

I. Einleitung und Methodik .....	1
II. Literaturliste: Prognosemethoden .....	2
III. Literaturliste: Flugvermessungen .....	8
IV. Literaturliste: Aktuelle Methodik.....	10

## I. Einleitung und Methodik

Werden Windenergieanlagen innerhalb von Anlagenschutzbereichen von Flugsicherungseinrichtungen der Typen VOR und DVOR geplant, muss nach § 18a LuftVG ihr möglicher Einfluss auf die Ausbreitung der Navigationssignale untersucht werden. Wenn von einem Störungspotenzial der geplanten Windenergieanlagen auszugehen ist, tritt ein Errichtungsverbot in Kraft und das Vorhaben kann nicht genehmigt werden.

Seit einigen Jahren wird über geeignete Ansätze, Berechnungsmethoden und Simulationsmodelle für die Prognose möglicher Störungen diskutiert.

Um den Wissens- und Erkenntnisstand zu dem Thema zugänglich zu machen, enthält das vorliegende Arbeitspapier das Ergebnis einer Literaturrecherche zu Veröffentlichungen und Gutachten, die sich mit möglichen Ansätzen für die Prognose von VOR-Störungen durch Windenergieanlagen befassen.

Die Kriterien für die Auswahl der Publikationen waren:

1. Entweder der Titel oder der Text enthalten einen expliziten Bezug zur Prognose möglicher Störungen von VOR- oder DVOR-Signalen durch Windenergieanlagen.
2. Der Beitrag ist in einer Zeitschrift, einem Journal oder im Internet veröffentlicht.

Auf der Grundlage wurden 34 Publikationen im Zeitraum 2006 – 2018 identifiziert (Abschnitt II).

In Abschnitt III sind zusätzlich Publikationen aufgelistet, in denen der Einfluss von Windenergieanlagen auf VOR-Signale messtechnisch untersucht wurde.

Abschnitt IV enthält darüber hinaus eine Auflistung von vier veröffentlichten Gutachten, die sich der Analyse und Bewertung der aktuell für die Prognose möglicher Störungen nach § 18a LuftVG verwendeten Methode widmen.

**Es wird keinesfalls von einer Vollständigkeit der Literaturrecherche ausgegangen. Vielmehr liefert sie eine Grundlage zur stetigen Erweiterung.**

## II. Literaturliste: Prognosemethoden

Jahr	Autor(en)	Organisation	Titel	Art	Veröffentlichung	Journal/Zeitschrift	Link
2018	Ben-Hassine, Seif/ Alexandre Chabory/ Christophe Morlaas/ Remi Douvenot	ENAC	VOR times series for an aircraft trajectory in the presence of wind turbines	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2018 22nd International Microwave and Radar Conference (MIKON)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/8404997">https://ieeexplore.ieee.org/document/8404997</a>
2018	Bredemeyer, Jochen/ Thorsten Schrader/ Sergei Sandmann	FCS GmbH/ PTB/ Universität Hannover	Measurements for Classification of Single Wind Turbine Echoes	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2018 19th International Radar Symposium (IRS)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/8447992">https://ieeexplore.ieee.org/document/8447992</a>
2018	Burghardt, Felix/ Sergei Sandmann/ Heyno Garbe	Universität Hannover	Simplifying Risk Analysis to Determine the Influence of Wind Turbines to the Electric Field of a DVOR Antenna Using Artificial Neural Networks	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proc. of the 2018 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2018), Amsterdam, The Netherlands, August 27-30, 2018, S. 283 - 287	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/8485040">https://ieeexplore.ieee.org/document/8485040</a>
2018	Geise, Robert	TU Braunschweig	Elektromagnetische Verträglichkeitsanalyse von Windenergieanlagen und Navigationssystemen der Luftfahrt — Entwicklung von Verfahrensweisen mit skalierten Messungen und Hypothesentests mit 1:1 Validierungsflügen	Paper	Internet		<a href="https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/emv/minvorwin-infomappe.pdf">https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/emv/minvorwin-infomappe.pdf</a>
2018	Geise, Robert/ Oliver Kerfin/ Mjellma Citaku	TU Braunschweig	On the Superposition of Error Contributions	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	16th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics, ICNAAM, September 2018, Rhodes Greece	k.A.

2018	Zimmer, Georg/ Robert Geise/ Björn Neubauer	TU Braunschweig	Einfluss eines durch Windenergieanlagen amplitudenmodulierten Übertragungskanal auf die Amplitudenmodulation des VOR	Paper	Internet		<a href="https://www.repo.uni-hannover.de/bitstream/handle/123456789/4393/33_Zimmer.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://www.repo.uni-hannover.de/bitstream/handle/123456789/4393/33_Zimmer.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
2017	Claudepierre, Ludovic/ Rémi Douvenot/ Alexandre Chabory/ Christophe Morlaas	ENAC	A Deterministic VOR Error Modeling Method — Application to Wind Turbines	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 53, Issue 1, 2017, S. 247 - 257	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7809055">https://ieeexplore.ieee.org/document/7809055</a>
2017	Claudepierre, Ludovic/ Rémi Douvenot/ Alexandre Chabory/ Christophe Morlaas	ENAC	Probabilistic VOR error due to several scatterers — Application to wind farms	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	11th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP) 2017, S. 2057 - 2060	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7928653">https://ieeexplore.ieee.org/document/7928653</a>
2017	Geise, Robert/ Björn Neubauer/ Georg Zimmer/ Oliver Kerfin/ Angela Andree/ Norbert Ueffing	TU Braunschweig	Modular terrain modeling with flexible conductive materials in a scaled measurement environment	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=7928305">https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=7928305</a>
2016	Claudepierre, Ludovic/ Rémi Douvenot/ Alexandre Chabory/ Christophe Morlaas	ENAC	A Method for Computing the VOR Multipath Error - Comparisons with In-flight Measurements	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2016 10th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7481546">https://ieeexplore.ieee.org/document/7481546</a>
2016	Geise, R./ O. Kerfin/ G. Zimmer/ B. Neubauer/ A. Enders	TU Braunschweig	Investigating EMI-Characteristics of Navigation Receivers	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	ESA workshop on Aerospace EMC 2016, Valencia, Spain	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=7504578">https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=7504578</a>

2016	Geise, Robert/ Georg Zimmer/ Björn Neubauer	TU Braunschweig	Distortion of Modulated Signals by Time-Variant Channels - Measurement Concepts and Algorithms	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2016 10th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7481886">https://ieeexplore.ieee.org/document/7481886</a>
2016	Greving, Gerhard/ Nelson Spohnheimer	NAVCOM	ATC-Systems and Wind-Turbines: Status of Numerical Simulations and Flight Measurements — Evaluation and Systematic Results of Examples	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 19th International Flight Inspection Symposium, Belgrade, Serbia 2016, S. 102 - 108	<a href="http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/19thIFIS/IFIS2016_Proceedings.pdf">http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/19thIFIS/IFIS2016_Proceedings.pdf</a>
2016	Sandmann, Sergei/ Heyno Garbe	Universität Hannover	Überlagerung der Störeinflüsse mehrerer Streuobjekte auf die Zielgröße eines Doppler-Drehfunkfeuers (DVOR)	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Technisches Messen (tm) 2017, 84(9), S. 549 - 556	<a href="https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/teme.2017.84.issue-9/teme-2016-0073/teme-2016-0073.xml">https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/teme.2017.84.issue-9/teme-2016-0073/teme-2016-0073.xml</a>
2016	Sandmann, Sergei/ Heyno Garbe	Universität Hannover	Simulation of DVOR Carrier Wave Propagation Over Real Terrain	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proc. of the 2016 International Symposium on Electromagnetic Compatibility - EMC EUROPE 2016, Wroclaw, Poland, September 5-9, 2016, S. 388 - 392	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7739224">https://ieeexplore.ieee.org/document/7739224</a>
2016	Zimmer, Georg/ Robert Geise/ Björn Neubauer	TU Braunschweig	A benchmark study on measurement and simulation techniques for navigation systems and multipath propagation	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 19th International Flight Inspection Symposium, Belgrade, Serbia 2016, S. 75 ff.	<a href="http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/19thIFIS/IFIS2016_Proceedings.pdf">http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/19thIFIS/IFIS2016_Proceedings.pdf</a>
2015	Bredemeyer, Jochen	Flight Calibration Services GmbH	Fortführendes Gutachten zur Interaktion zwischen Windenergieanlagen und dem DVOR MIC unter besonderer Betrachtung der Störwirkung auf den Empfänger	Gutachten	Internet		<a href="https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/windenergie/Downloads/fortfuehrendesGutachtenWindenergie.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=1">https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/windenergie/Downloads/fortfuehrendesGutachtenWindenergie.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=1</a>

2015	Claudepierre, Ludovic/ Rémi Douvenot/ Alexandre Chabory/ Christophe Morlaas	ENAC	Assessment of the shadowing effect between windturbines	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2015 9th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7228509">https://ieeexplore.ieee.org/document/7228509</a>
2015	Geise, Robert/ Bjoern Neubauer/ Georg Zimmer	TU Braunschweig	Navigation Signal Disturbances by Multipath Propagation – Scaled Measurements with a Universal Channel Sounder Architecture	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Frequenz 2015; 69(11-12): 527 - 542	<a href="https://www.degruyter.com/view/j/freq.2015.69.issue-11-12/freq-2015-0080/freq-2015-0080.xml">https://www.degruyter.com/view/j/freq.2015.69.issue-11-12/freq-2015-0080/freq-2015-0080.xml</a>
2015	Greving, Gerhard/ Wolf-Dieter Biermann/ Rolf Mundt	NAVCOM	Integrated Scattering Distortion Analysis of Multi-Scatterers for Navigation System Simulations - Example of Wind Turbines	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2015 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7297266">https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7297266</a>
2015	Sandmann, S./ S. Divanbeigi/ H. Garbe	Universität Hannover	Reflexionseigenschaften von Windenergieanlagen im Funkfeld von Funknavigations- und Radarsystemen	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Adv. Radio Sci., 13, S. 9 - 18, 2015	<a href="https://www.adv-radio-sci.net/13/9/2015/ars-13-9-2015.pdf">https://www.adv-radio-sci.net/13/9/2015/ars-13-9-2015.pdf</a>
2014	Greving, Gerhard/ Nelson Spohnheimer	NAVCOM	Recent Issues in Performance Prediction and Flight Inspection Measurements	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 18th International Flight Inspection Symposium, Oklahoma City, USA 2014	<a href="http://www.navcom.de/IFIS2014gglnspt.pdf">http://www.navcom.de/IFIS2014gglnspt.pdf</a>
2014	Greving, Gerhard/ Wolf-Dieter Biermann/ Rolf Mundt	NAVCOM	Integrated Scattering Distortion Analysis for Monopulse Principles Based Navigation and Shadowing of Radar Systems	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA) 2014	<a href="http://www.navcom.de/iceaa2014pt.pdf">http://www.navcom.de/iceaa2014pt.pdf</a>

2014	Greving, Gerhard/ Wolf-Dieter Biermann/ Rolf Mundt	NAVCOM	Advanced Theory and Results of Classical System Simulations and Related Flight Inspection	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 18th International Flight Inspection Symposium, Oklahoma City, USA 2014	<a href="http://www.navcom.de/IFIS2014GGpt.pdf">http://www.navcom.de/IFIS2014GGpt.pdf</a>
2012	Greving, Gerhard/ Wolf-Dieter Biermann/ Rolf Mundt	NAVCOM	Numerical System Analysis of Rotating antennas and Rotating scatterers applied to Navigation and Radar Systems	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA) 2012	<a href="http://www.navcom.de/ICEAA2012pt.pdf">http://www.navcom.de/ICEAA2012pt.pdf</a>
2011	Casanova, Alejandro Calo/ Prabhakar H. Pathak/ Miguel Calvo Ramón	Polytechnic University of Madrid	Modeling windmill interference via hybrid parabolic equation and Equivalent Current approximation methods	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2011 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/6046356">https://ieeexplore.ieee.org/document/6046356</a>
2011	de la Vega, D./ C. Fernández/ O. Grande/I. Angulo/ D. Guerra/ Y. Wu/ P. Angueira/ J. L. Ordiales	University of the Basque Country	Software Tool for the Analysis of Potential Impact of Wind Farms on Radiocommunication Services	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2011 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5954959&amp;tag=1">https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5954959&amp;tag=1</a>
2010	Greving, Gerhard/ Nelson Spohnheimer	NAVCOM	Current Issues in Flight Inspection Measurements	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 16th International Flight Inspection Symposium, Beijing, China 2010	<a href="http://www.navcom.de/IFIS2010gglnspt.pdf">http://www.navcom.de/IFIS2010gglnspt.pdf</a>
2010	Mortaas, C./ A. Chabory/B. Souny	ENAC	Propagation model for estimating VOR bearing error in the presence of windturbines - Hybridation of parabolic equation with physical optics	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the Fourth European Conference on Antennas and Propagation 2010	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/5505086?arnumber=5505086">https://ieeexplore.ieee.org/document/5505086?arnumber=5505086</a>



2010	González, I./ L. Lozano/J. Gómez/A. Tayebi/I. Etayo/M. F. Cátedra	University of Alcalá/ ACCIONA Energy	Analysis of the Scattering Field of Wind Turbine Using Rigorous and Asymptotic Techniques	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the Fourth European Conference on Antennas and Propagation	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/5505172">https://ieeexplore.ieee.org/document/5505172</a>
2008	Greving, Gerhard	NAVCOM	Status and Progress of System Simulations for ATC- Systems - Examples, Results and Consequences	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 15th International Flight Inspection Symposium, Oklahoma City, USA 2008	<a href="http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/resources/15th_int_flight_inspection_symposium/system_simulations_atc.pdf">http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/resources/15th_int_flight_inspection_symposium/system_simulations_atc.pdf</a>
2008	Morlaas, C./ M. Fares/ B. Souy	ENAC	Wind turbine effects on VOR system performance	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems (Volume: 44, Issue: 4, Oct. 2008) S. 1464 - 1476	<a href="https://hal-enac.archives-ouvertes.fr/hal-01067271/document">https://hal-enac.archives-ouvertes.fr/hal-01067271/document</a>
2006	Odunaiya, Simbo	Ohio University	Wind Farms and their Effect on Radio Navigation Aids	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 14th International Flight Inspection Symposium, Toulouse, France 2006, S. 77 - 80	<a href="http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/resources/14th_int_flight_inspection_symposium/Wind_Farms_and_Their_Effect_on_Radio_Navigation_Aids.pdf">http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/resources/14th_int_flight_inspection_symposium/Wind_Farms_and_Their_Effect_on_Radio_Navigation_Aids.pdf</a>
2006	Fontan, F.P./ D. Marote, A. Mayo, B. Sanmartin, A. Castro, J.J. Navarro	University of Vigo/ Enaire	Assessing multipath induced errors in VOR systems using ray-tracing techniques in combination with detailed terrain databases	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 14th International Flight Inspection Symposium (14th IFIS) S. 91 - 96	<a href="http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/resources/14th_int_flight_inspection_symposium/Assessing_Multipath_Induced_Errors_in_VOR_Systems_Using_Ray-Tracing_Techniques_in_Combination_with_Detailed_Terrain_Databases.pdf">http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/resources/14th_int_flight_inspection_symposium/Assessing_Multipath_Induced_Errors_in_VOR_Systems_Using_Ray-Tracing_Techniques_in_Combination_with_Detailed_Terrain_Databases.pdf</a>

### III. Literaturliste: Flugvermessungen

Jahr	Autor(en)	Organisation	Titel	Art	Veröffentlichung	Journal/Zeitschrift	Link
2018	Bredemeyer, Jochen/ Thorsten Schrader/ Sergei Sandmann	FCS GmbH/ PTB/ Universität Hannover	Measurements for Classification of Single Wind Turbine Echoes	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2018 19th International Radar Symposium (IRS)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/8447992">https://ieeexplore.ieee.org/document/8447992</a>
2017	Claudepierre, Ludovic/ Rémi Douvenot/ Alexandre Chabory/ Christophe Morlaas	ENAC	A Deterministic VOR Error Modeling Method - Application to Wind Turbines	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems (Volume: 53, Issue: 1, Feb. 2017) S. 247 - 257	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7809055">https://ieeexplore.ieee.org/document/7809055</a>
2017	Schrader, Thorsten/ Jochen Bredemeyer/ Marius Mihalachi/ Jan Rohde/ Thomas Kleine- Ostmann	PTB/FCS	Measuring the interaction of wind turbines with terrestrial navigation and radar systems deploying UAS	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7928316">https://ieeexplore.ieee.org/document/7928316</a>
2017	Frye, Andreas	Airbus Defence and Space GmbH	Signaturtechnisches Gutachten der Airbus Defence and Space GmbH zur Grundsatzuntersuchung von Störeinflüssen auf DVOR- und VOR- Navigationsanlagen inkl. Flugvermessung	Gutachten	Internet		<a href="http://k-wer.net/flugvermessungsstudie-zu-dvor-vor-der-airbus-defence-and-space-gmbh-und-der-tu-braunschweig">http://k-wer.net/flugvermessungsstudie-zu-dvor-vor-der-airbus-defence-and-space-gmbh-und-der-tu-braunschweig</a>
2016	Claudepierre, Ludovic/ Rémi Douvenot/ Alexandre Chabory/ Christophe Morlaas	ENAC	A Method for Computing the VOR Multipath Error - Comparisons with In-flight Measurements	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	2016 10th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/7481546">https://ieeexplore.ieee.org/document/7481546</a>

2016	Greving, Gerhard/ Nelson Spohnheimer	NAVCOM	ATC-Systems and Wind-Turbines: Status of Numerical Simulations and Flight Measurements — Evaluation and Systematic Results of Examples	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 19th International Flight Inspection Symposium, Belgrade, Serbia 2016, S. 102 — 108	<a href="http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/19thIFIS/IFIS2016_Proceedings.pdf">http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/19thIFIS/IFIS2016_Proceedings.pdf</a>
2014	Bredemeyer, Jochen	Flight Calibration Services GmbH	Gutachten zur Interaktion zwischen Windenergieanlagen und DVOR-Anlagen der Flugsicherung	Gutachten	Internet		<a href="https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/windenergie/Downloads/Gutachten_Abschlussbericht.pdf;jsessionid=6C0CFFAD071A2517AEDCBD62100ACA99?_blob=publicationFile&amp;v=1">https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/windenergie/Downloads/Gutachten_Abschlussbericht.pdf;jsessionid=6C0CFFAD071A2517AEDCBD62100ACA99?_blob=publicationFile&amp;v=1</a>
2014	Greving, Gerhard/ Nelson Spohnheimer	NAVCOM	Recent Issues in Performance Prediction and Flight Inspection Measurements	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 18th International Flight Inspection Symposium, Oklahoma City, USA 2014	<a href="http://www.navcom.de/IFIS2014ggl_nspt.pdf">http://www.navcom.de/IFIS2014ggl_nspt.pdf</a>
2010	Greving, Gerhard/ Nelson Spohnheimer	NAVCOM	Current Issues in Flight Inspection Measurements	Paper	Zeitschrift/Sammelwerk	Proceedings of the 16th International Flight Inspection Symposium, Beijing, China 2010	<a href="http://www.navcom.de/IFIS2010ggl_nspt.pdf">http://www.navcom.de/IFIS2010ggl_nspt.pdf</a>

#### IV. Literaturliste: Aktuelle Methodik

Jahr	Autor(en)	Organisation	Titel	Art	Veröffentlichung	Link
2019	Behrend, Ferdinand	k.A.	Wissenschaftliches Hintergrunddokument zum Einfluss von Windenergieanlagen auf den Flugbetrieb mit UKW-Drehfunkfeuer im Auftrag des Bundesverbands WindEnergie e.V.	Gutachten	Internet	<a href="https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/press-emitteilungen/2019/20190306_BWE_VOR_WE_A_final_FB.pdf">https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/press-emitteilungen/2019/20190306_BWE_VOR_WE_A_final_FB.pdf</a>
2019	Geise, Robert	TU Braunschweig	Analyse und Bewertung der DFS-Methodik zur Prognose möglicher Störungen von Drehfunkfeuern durch Windenergieanlagen	Gutachten	Internet	<a href="https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/press-emitteilungen/2019/Gutachten-DFS-Thematik-IEMV31032019.pdf">https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/press-emitteilungen/2019/Gutachten-DFS-Thematik-IEMV31032019.pdf</a>
2016	Greving, Gerhard/Wolf-Dieter Biermann/Rolf Mundt	NAVCOM	Beschreibung, Technische Analyse und Bewertung der DFS-Plausibilitätsmethode („Prognoseberechnung“) für CVOR/DVOR (Drehfunkfeuer)	Gutachten	Internet	<a href="http://www.navcom.de/DFS_Plausi_st4_V5.pdf">http://www.navcom.de/DFS_Plausi_st4_V5.pdf</a>
2015	Hüttig, Gerhard/Elmar Giemulla/Oliver Lehmann/Heiko van Schyndel/Ferdinand Behrend/Peter Kortas	TU Berlin	Flugsicherheitsanalyse der Wechselwirkungen von Windenergieanlagen und Funknavigationshilfen DVOR/VOR der Deutschen Flugsicherung GmbH	Gutachten	Internet	<a href="https://mueef.rlp.de/fileadmin/mulewf/Themen/Energie_und_Strahlenschutz/Energie/A_Flugsicherheitsanalyse_TU_Berlin.pdf">https://mueef.rlp.de/fileadmin/mulewf/Themen/Energie_und_Strahlenschutz/Energie/A_Flugsicherheitsanalyse_TU_Berlin.pdf</a>