

Berlin, 23. Oktober 2026

BDEW Bundesverband
der Energie- und
Wasserwirtschaft e.V.
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin
www.bdeu.de

Positionspapier

Windenergie und Luftverteidigungsradaranlagen: Sachgerechten Interessenausgleich sicherstellen

Versionsnummer: 1

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Berlin, und seine Landesorganisationen vertreten mehr als 2.000 Unternehmen. Das Spektrum der Mitglieder reicht von lokalen und kommunalen über regionale bis hin zu überregionalen Unternehmen. Sie repräsentieren rund 90 Prozent des Strom- und gut 60 Prozent des Nah- und Fernwärmeabsatzes, 90 Prozent des Erdgasabsatzes, über 95 Prozent der Energienetze sowie 80 Prozent der Trinkwasser-Förderung und rund ein Drittel der Abwasser-Entsorgung in Deutschland.

Der BDEW ist im Lobbyregister für die Interessenvertretung gegenüber dem Deutschen Bundestag und der Bundesregierung sowie im europäischen Transparenzregister für die Interessenvertretung gegenüber den EU-Institutionen eingetragen. Bei der Interessenvertretung legt er neben dem anerkannten Verhaltenskodex nach § 5 Absatz 3 Satz 1 LobbyRG, dem Verhaltenskodex nach dem Register der Interessenvertreter (europa.eu) auch zusätzlich die BDEW-interne Compliance Richtlinie im Sinne einer professionellen und transparenten Tätigkeit zugrunde. Registereintrag national: R000888. Registereintrag europäisch: 20457441380-38

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Das Wichtigste in Kürze	5
3	Fachliche Einordnung.....	6
3.1	Allgemeine Einschätzung.....	6
3.2	Bewertung der Störeinflüsse anhand einer Monosensorlage	6
3.3	Radarinterne Signalverarbeitung	7
3.4	Bewertung von Störeinflüssen	8
3.4.1	Winkelmessfehler und Crossrange-Fehler	8
3.4.2	Signaldämpfung hinter WEAs	8
3.5	Radarquerschnittsfläche.....	9
3.6	Geländemodell	9
3.7	Materialzusammensetzung bzw. Parameteränderungen von WEA	9
3.8	Bewertungsverfahren	10
4	Einordnung der Entwicklungen und zeitlicher Verlauf der Gesetzesänderungen.....	11
4.1	Bisherige Bewertung durch signaturtechnische Gutachten.....	11
4.2	Beauftragung einer Studie durch die Bundeswehr 2023	11
4.3	Erster Gesetzentwurf zur Anpassung des LuftVG 2023	11
4.4	Erneuter Gesetzentwurf 2025	12
4.5	Vorstellung einer Studie durch das BMVg am 23. April 2026	13
4.6	Expertenrunde am 28. Mai 2026.....	15
4.7	Status Quo	15
5	Rechtliche Einordnung	16
5.1	Aufschiebende Bedingung.....	16
5.2	§ 18a LuftVG – eine verfahrensrechtliche Sonderregel	16
5.3	Erhebliche Beeinträchtigung gem. § 18a Abs. 1 Nr. 2 LuftVG.....	17
6	Fazit	19
7	Anlage 1 – Experteneinschätzungen im Original	20

1 Einleitung

Gerade vor dem Hintergrund der veränderten verteidigungspolitischen Lage kommt den Belangen der Landes- und Bündnisverteidigung eine herausragende und verfassungsrechtlich verankerte Bedeutung zu. Diese erkennen der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) und der Bundesverband WindEnergie e. V. (BWE) uneingeschränkt an. Zugleich ist ein sachgerechter Ausgleich mit dem ebenfalls im überragenden öffentlichen Interesse liegenden Ausbau der Windenergie sicherzustellen. Die Stromerzeugung durch Windenergie an Land trägt mit über 30.000 Anlagen wesentlich zu einer **resilienten, dezentralen Stromversorgung** bei. Sie deckt bereits jetzt über ein Drittel der Nettostromerzeugung Deutschlands.¹

In Deutschland erfolgt die militärische Luftraumüberwachung durch 18 stationäre und zwei mobile Radaranlagen. Windenergieanlagen können die elektromagnetischen Signale der Radarsensoren beeinflussen und dadurch deren Erfassungsleistung beeinträchtigen. Durch geeignete technische Maßnahmen können diese Wechselwirkungen jedoch reduziert und die Belange der militärischen Luftraumüberwachung mit dem weiteren Ausbau der Windenergie besser in Einklang gebracht werden.

Der § 18a Abs. 1 des Luftverkehrsgesetzes (LuftVG) stellt eine verfahrensrechtliche Sonderregelung mit weitreichenden Konsequenzen für die Genehmigung von Windenergieanlagen an Land dar, die nur in absoluten Ausnahmefällen gerechtfertigt ist. Eine verfahrensrechtliche Aufwertung der Stellung der Dienststellen der Bundeswehr erscheint aus Sicht der Verbände nicht erforderlich. Bislang wurden die Interessen der Bundeswehr als Träger öffentlicher Belange im Genehmigungsverfahren von Bauwerken im Umfeld von Luftverteidigungsradaren (LVR) über § 35 Abs. 3 Nr. 8 BauGB berücksichtigt. In diesem Rahmen obliegt es der Bundeswehr, in ihrer Stellungnahme eine Beeinträchtigung des jeweiligen LVR durch die Errichtung des genehmigungsbedürftigen Bauwerks darzulegen. Die Stellungnahme der Bundeswehr ist nach geltendem Recht ein gewichtiger und in der Entscheidung zu berücksichtigender Belang. Die aktuelle Systematik in § 35 Abs. 3 BauGB ermöglicht es aber der Behörde, sich über die Stellungnahme der Bundeswehr und ihre Einwände hinwegzusetzen, denn nicht jedwede nachteilige Beeinflussung ist ausreichend für eine Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit von LVR.² Die immissionschutzrechtliche Genehmigungsbehörde sollte weiterhin Herrin des Verfahrens bleiben und die fachliche Bewertung der Bundeswehr – ebenso wie die Stellungnahmen anderer Träger öffentlicher Belange sowie gegebenenfalls abweichende fachliche Einschätzungen – im Rahmen ihrer

¹ Umweltbundesamt: [Renewable Energy in Germany 2025](#).

² Battis/Krautzberger/Löhr/Mitschang/Reidt, BauGB, 16. Aufl. 2025, § 35 Rn. 98.

Gesamtabwägung berücksichtigen, jedoch sich auch darüber hinwegsetzen können, wenn die Beeinträchtigungsschwelle nicht überschritten ist.

Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Ergebnisse der von der Bundeswehr beauftragten Studie zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Luftverteidigungsradare keinen belastbaren Rückschluss auf die Auswirkungen des neuen Bewertungs- und Nachweisverfahrens auf die Genehmigung von Windenergieanlagen an Land zulassen.³ Dies gilt besonders vor dem Hintergrund der augenscheinlichen fachlichen Mängel und Leerstellen der Studie, die es unbedingt zu schließen gilt.

Die Verbände regen daher an, die verteidigungspolitischen Belange im Zusammenhang mit dem Ausbau der Windenergie an Land mit der Branche zu diskutieren und Entscheidungsprozesse transparent und öffentlich zugänglich zu machen. Dies beinhaltet auch die Weiterentwicklung und Validierung sowohl der Studie als auch des darauf aufbauenden Bewertungs- und Nachweisverfahrens mit den betroffenen Akteuren und Fachexperten. Erst auf dieser Grundlage sollte über eine dauerhafte Umsetzung des neuen Verfahrens entschieden werden.

³ offizieller Titel: Einfluss von WEA auf Radaranlagen des EinsFüDst; Studienkennziffer WE 52W P 003.

2 Das Wichtigste in Kürze

Die Verbände kritisieren:

- Die Unmöglichkeit der vollständigen Einsichtnahme und fachlichen Bewertung sowohl der Studie als auch des darauf aufbauenden Bewertungs- und Nachweisverfahrens.
- Die erheblichen methodischen Schwächen bei der Modellierung im Rahmen der Studie, insbesondere hinsichtlich der realitätsgerechten Abbildung der Geländeverhältnisse sowie der zugrunde gelegten Materialparameter von Windenergieanlagen.
- Die bislang nicht vollumfängliche Berücksichtigung der vorhandenen technischen Möglichkeiten zur Signalverarbeitung und zur Reduzierung unerwünschter Störeffekte bei Radarsystemen.
- Die auf teilweise unvollständigen Berechnungsgrundlagen beruhende, potenziell zu starke Bewertung der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Luftverteidigungsradare.

Die Verbände empfehlen:

- Das Aufzeigen konkreter Alternativen bei etwaigen negativen Stellungnahmen durch die zuständige Bundeswehrbehörde, durch die das jeweilige Windenergievorhaben ermöglicht werden kann.
- Das standardmäßige Verankern geeigneter Nebenbestimmungen zur Konfliktminderung, um berechtigten Einwänden der Bundeswehr Rechnung zu tragen, wenn so das Scheitern von Windenergieprojekten verhindert werden kann.
- Die Sicherstellung, dass bereits bei der Flächenausweisung von Windenergiegebieten nach dem WindBG entsprechende (Bau-)Höhenbeschränkungen durch den jeweiligen Planungsträger berücksichtigt werden können.

Die Verbände fordern:

- Die Möglichkeit der vollständigen Einsichtnahme in die Studie durch Fachexperten unter Einhaltung der Sicherheitsanforderungen der Bundeswehr.
- Das Schließen von Leerstellen und fachlichen Mängeln der Studie sowie des darauf aufbauenden Bewertungs- und Nachweisverfahrens.
- Die Beteiligung der betroffenen Verbände, Fachkreise und Länder bei der „Folgenabschätzung“ nach § 73 Abs. 5 Nr. 3 LuftVG.
- Die Betrachtung der sog. Multisensorlage bei der Bewertung von Störeinflüssen auf Luftverteidigungsradare.

3 Fachliche Einordnung

Nach Einschätzung der Verbände sowie mehrerer anerkannter Sachverständiger und Radarexperten eignet sich die Studie in der jetzigen Form nicht dazu, im Rahmen des darauf aufbauenden Bewertungs- und Nachweisverfahrens reproduzierbare Ergebnisse für zukünftige Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen an Land zu erzielen. Erst wenn ein solches Verfahren klar definiert und mit der Branche, als auch den Experten abgestimmt worden ist, lässt sich die Anwendung des § 18a Abs. 1 Nr. 2 LuftVG sachlich begründen. Darüber hinaus verweisen wir auf die nachstehenden Punkte sowie die fachlichen Einschätzungen der Experten in **Anlage 1**.

3.1 Allgemeine Einschätzung

Die Studie besteht aus Simulations- und Messergebnissen. Diese sind nach Einschätzung externer Experten bislang nicht verknüpft.⁴ Weder Simulationen noch Messungen führten bisher zu Ergebnissen, die eine Störung einzelner WEA tatsächlich nachweisen konnten. Trotz der bekannten Mängel beharrt die Bundeswehr auf dem darauf aufbauenden Bewertungs- und Nachweisverfahren. Das gut angelegte Konzept der Studie und die gewonnenen Ergebnisse bieten eine durchaus belastbare Grundlage für weiterführende Messungen, Messdaten-Analysen und Simulationen. Eine Bewertung für den Einfluss eines konkreten Windpark-Projektes auf ein Luftverteidigungsradar kann diese auf dem aktuellen Stand jedoch nicht leisten. Hierzu gilt es, mindestens die drei folgenden Punkte zu adressieren: ein physikalisch unrealistisches Modell, eine messtechnisch nicht reproduzierbare und eine systematische Nichtberücksichtigung der radarinternen Signalverarbeitung.

3.2 Bewertung der Störeinflüsse anhand einer Monosensorlage

Bei der Bewertung der Störeinflüsse von Windenergieanlagen auf Luftverteidigungsradaranlagen durch die Dienststellen der Bundeswehr wird ausschließlich die sog. *Monosensorlage*, d. h. jeweils allein das betrachtete LVR berücksichtigt.⁵ In der Studie wird folglich das Störverhalten von Windenergieanlagen auf eine einzige Radaranlage geprüft, obwohl sich das Lagebild der Bundeswehr sinnvollerweise in der Praxis durch ein militärisches Radardatennetz (MilRADNET) abbildet. Das MilRADNET ist ein landesweites Sensornetzwerk der deutschen Bundeswehr. Es dient der Zusammenführung und Verteilung von Flugüberwachungs- und Flugplandaten, um ein präzises Luftlagebild für die Luftwaffe zu erzeugen und den deutschen Luftraum abzusichern. Für ein umfassendes Lagebild werden also die verschiedenen militärischen und zivilen

⁴ Siehe Fachgutachten der Experten in Anlage 1.

⁵ Aussage von Angehörigen des Luftfahrtamts der Bundeswehr bei der Studienvorstellung am 23. April 2026.

Radarsensordaten zusammengeführt, wobei diese regelmäßig überschneidende Erfassungsbe-
reiche besitzen.

Für die Betrachtung der Störauswirkungen von Windenergieanlagen bleibt dieses sinnvolle Zu-
sammenspiel mehrerer Radaranlagen in Form dieser *Multisensorlage* unberücksichtigt. Dabei
ist jedoch anzunehmen, dass Störauswirkungen von Windenergieanlagen bei Berücksichtigung
einer Multisensorlage anders zu bewerten sind als bei einer Betrachtung der Monosensorlage.
Inwiefern die Berücksichtigung der Monosensorlage innerhalb der Studie sachgerecht ist, ist
kritisch zu hinterfragen.

In Deutschland betreibt die Bundeswehr 18 stationäre und zwei mobile Luftverteidigungsra-
dare.⁶ Hinzu kommen mehrere Dutzend zivile und militärische Flugsicherungsradare unter-
schiedlicher Reichweite, von denen zumindest einige in das MilRADNET einspeisen.⁷ Aus Sicht
der Verbände bietet die Berücksichtigung einer Multisensorlage bei Luftverteidigungsradaren
erhebliches Potenzial, lokale radarbedingte Einschränkungen oder Störeinflüsse durch die er-
gänzende Erfassung anderer Sensoren auszugleichen und so ein belastbares Luftlagebild sicher-
zustellen. Aus Sicht der Verbände werden die Potenziale technischer Weiterentwicklungen und
innovativer Lösungsansätze zur besseren Vereinbarkeit des Windenergieausbaus mit den An-
forderungen der militärischen Luftraumüberwachung bislang nicht hinreichend ausgeschöpft.
So wurde unter anderem vorgeschlagen, Windenergieanlagen selbst als mögliche Standorte für
ergänzende Radartechnik, beispielsweise für Passivradarsysteme, zu nutzen, um zusätzliche Er-
fassungsdaten zu generieren und in das bestehende Luftlagebild einzuspeisen. Eine vertiefte
technische Prüfung und Bewertung dieses Ansatzes sind aufgrund der bislang ablehnenden Hal-
tung der Bundeswehr jedoch nicht erfolgt. Damit bleiben potenzielle Synergien zwischen dem
Ausbau der Windenergie und der technischen Weiterentwicklung der militärischen Luftraum-
überwachung bislang ungenutzt.

3.3 Radarinterne Signalverarbeitung

Die weitgehende Ignorierung der internen Signalverarbeitung stellt einen schwerwiegenden
fachlichen Mangel der Studie dar. Luftverteidigungsradare verfügen über mehrstufige Algo-
rithmen zur Unterdrückung unerwünschter Bodenreflexionen - des sogenannten „Clutter“.⁸

⁶ Vgl. Fachagentur Wind und Solar e. V., Militärische Luftraumüberwachung, abrufbar unter: <https://www.fachagentur-wind-solar.de/wind/radar-und-funkanlagen/militaerische-luftraumueberwachung> (zuletzt abgerufen am 09.07.2026).

⁷ Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung, Anlagenschutzbereiche, abrufbar unter: https://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungstechnik/Anlagenschutz/anlagenschutz_node.html (zuletzt abgerufen am 23.10.2026).

⁸ Bodenclutter: Signale von ortsfesten oder sich langsam bewegenden Objekten wie Windenergieanlagen, Fahrzeugen oder auch Wellen.

Wichtige Verfahren zur Reduzierung dieser Clutter sind bspw. Moving Target Indication (MTI) und Moving Target Detection (MTD). Der Begriff „MTI“ etwa erscheint in dem für die Experten einsehbaren Teil der Studie lediglich ein einziges Mal und wird für nicht relevant abqualifiziert. Weiterhin nennt die Studie andere wichtige Radarkenngößen, wie die sog. sub- und interclutter visibility, kein einziges Mal.

3.4 Bewertung von Störeinflüssen

3.4.1 Winkelmessfehler und Crossrange-Fehler

Die Studie scheint berechnete sog. Monopuls-Winkelfehler auf einen lateralen Positionsfehler (Crossrange-Fehler) von 1.800 m auf 450 km Entfernung zu extrapolieren.⁹ Die Experten weisen darauf hin, dass bei 450 km Entfernung die natürliche Messunschärfe im ungestörten Freiraum bereits etwa 0,2° beträgt, was einem Crossrange-Fehler ähnlicher Größenordnung entspricht. Der WEA-Beitrag ist damit im Rauschen des ohnehin vorhandenen Messfehlers nicht mehr unterscheidbar und daher – im Gegensatz zur Schlussfolgerung in der Studie – als unkritisch zu bewerten. Aus fachlicher Sicht der Experten hätte dies berücksichtigt werden müssen.

3.4.2 Signaldämpfung hinter WEAs

Die Studie benennt eine simulierte „Dämpfung“ von ca. ± 3 dB hinter einem Windpark als Worst Case. Dies ist jedoch laut Meinung der befragten Sachverständigen keine Dämpfung, sondern Schwankungen des Signalpegels infolge von Interferenzeffekten und ist demzufolge Ergebnis konstruktiver und destruktiver Überlagerung von Reflexionspfaden. Die Änderungen der Radar-Sendefrequenz von Auswerte-Intervall zu Auswerte-Intervall verändern das resultierende Interferenzmuster nahezu vollständig. Schon deshalb ist keine realistische Flugbahn eines Luftfahrzeugs (LFz) konstruierbar, in der das LFz-Echosignal in einem Feldstärke-Minimum verbleibt. Die genauen Werte lassen sich aufgrund der vielen physikalischen Einflüsse praktisch nicht zuverlässig vorhersagen. Außerdem entstehen durch die Ausbreitung der Radarsignale über dem Boden bereits Schwankungen in ähnlicher oder sogar größerer Größenordnung. Das Radar ist jedoch darauf ausgelegt, solche Schwankungen automatisch u. a. mit ständigen Frequenz- und PRF-Wechseln auszugleichen. Dies wird in der Studie offenbar nicht ausreichend berücksichtigt.

⁹ Monopuls ist ein Verfahren zur präzisen Winkelmessung, bei dem das Verhältnis aus Summen- und Differenzdiagramm der Radarantenne (Δ / Σ) ausgewertet wird.

3.5 Radarquerschnittsfläche

Die Studie nutzt die Radarquerschnittsfläche (Radar Cross Section, RCS) als Rechenparameter für WEA, obwohl es sich hierbei um ein Standardmaß für die Reflektivität eines Objekts handelt. Die Gutachter weisen darauf hin, dass die RCS für eine Windenergieanlage über Grund grundsätzlich nicht definiert ist, weil Bodenreflexionen und Mehrwegepfade in die Berechnung einfließen müssten. Stattdessen ist eine vollständige 3D-Modellierung des Streuverhaltens erforderlich, in der vorliegenden Studie jedoch ebenfalls nicht erfolgt.

3.6 Geländemodell

Das Geländemodell bildet den Erdboden als vollständig metallische, höhenprofilierte Oberfläche ab. Vegetationsbedeckung, Bodenfeuchtigkeit, Absorption durch Wälder und andere Materialparameter wurden ignoriert. Das ist nach Einschätzung der Experten physikalisch unrealistisch. Wälder wirken für Radarwellen als Absorber und reduzieren die Feldstärke zum Teil erheblich. Ein metallisch modellierter Boden hingegen reflektiert das Signal nahezu vollständig und führt zu stark überhöhten Erregerfeldern am Ort der WEA. Dies mündet in einer systematisch stark überschätzten Störwirkung der jeweiligen WEA. Die Experten führen an, dass eine schlichtere Näherung mit einem flachen Boden mit realistischen Materialparametern und Rauigkeitsdämpfung zu vergleichbar guten oder sogar besseren Ergebnissen führen würde.

3.7 Materialzusammensetzung bzw. Parameteränderungen von WEA

Derzeit sind die Auswirkungen der Materialzusammensetzung von Windenergieanlagen auf Luftverteidigungsradaranlagen nicht vollständig erfasst. Insbesondere der Einsatz von sog. Hybridtürmen könnte gegenüber älteren, klassischen Stahltürmen eine Verringerung der radarrelevanten Dämpfungseffekte erzielen, da diese Hybridtürme zum großen Teil aus Beton bestehen. Die Studienautoren bestätigten, dass die Materialzusammensetzung grundsätzlich Einfluss auf die Bewertung habe, dieses Thema jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Studie gewesen sei. Nach deren Einschätzung sei der Einfluss auf den Dämpfungseffekt eher gering, was die befragten Experten und Sachverständigen bezweifeln. Aus Sicht der Verbände verdeutlicht dies jedoch, dass potenzielle Unterschiede zwischen verschiedenen Turmkonstruktionen bislang nicht systematisch untersucht wurden. Für etwaige Genehmigungsprozesse muss in diesem Zusammenhang sichergestellt werden, dass die Bundeswehr wegen dieser fehlenden Evaluation nicht mittelbar einen Turmtyp eines bestimmten Herstellers vorgibt, da sie die Auswirkungen anderer Turmtypen nicht nach den Ergebnissen dieser Studie bewerten kann. Das würde auch technische Fortentwicklungen erheblich ausbremsen.

Das Gleiche gilt für die Materialität von Gondel und Rotorblättern. In der Simulation bestehen die Rotorblätter offenbar vollständig aus Metall. In der Realität sind sie jedoch überwiegend aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und in geringem Umfang kohlenstofffaserverstärktem

Kunststoff (CFK) gefertigt, einem dielektrischen, also radarwellentransmittierenden Material. Lediglich der durchlaufende Blitzableiter besteht aus Metall, ist in der Gesamtmasse eines Blattes jedoch vernachlässigbar. Dies scheint in der Studie keine Berücksichtigung gefunden zu haben. Dies führt dazu, dass sowohl die Rückstreuung in Richtung Radar (back-scatter) als auch die Streuung in Vorwärtsrichtung (forward-scatter), die Ziele hinter der WEA beeinflussen kann, durch das Modell stark überschätzt sind. Entsprechende Erkenntnisse sollten für eine sachgerechte Bewertung künftig unbedingt Berücksichtigung finden.

3.8 Bewertungsverfahren

Darüber hinaus ist festzustellen, dass das angestrebte Bewertungstool der Bundeswehr sowohl bei der Studienvorstellung als auch bei dem Expertenaustausch am 28. Mai 2026 nur in Ansätzen vorgestellt wurde und die Kriterien zur Bewertung eines potenziellen negativen Einflusses einer Windenergieanlage auf ein LVR weiter verschlossen bleiben. Die Planung einer Windenergieanlage wird deshalb besonders erschwert, da – entgegen der bisherigen Bewertungssituation – keine Parameter bekannt sind, um eine erste eigene Abschätzung vorzunehmen, sondern die Vorhabenträger nun allein auf das Ergebnis eines BImSch-Vorbescheids angewiesen sind. Dies gilt umso mehr, als dass etwaige Störungen von Luftverteidigungsradaren (momentan) kein Bestandteil der informellen Voranfrage sind.

Auf die Frage, welche konkrete Störung für die Bundeswehr als „nicht hinnehmbar“ gelte und nach welchen Kriterien diese bewertet werde, konnten die anwesenden Vertreter keine messbaren Schwellenwerte, technischen Spezifikationen oder prinzipiellen Bewertungskriterien nennen. Den sachgerechten Vorschlag der Gutachter, sich an den offiziellen Radarspezifikationen zu orientieren, lehnte die Bundeswehr mit dem Argument ab, das Radar leiste mehr als spezifiziert und diese Überleistung beanspruche die Bundeswehr als schützenswerte Fähigkeit.

Darüber hinaus wurde angedeutet, das neue Simulationsverfahren solle als gesetzlich verpflichtende Methode für externe Sachverständige gelten. Das würde bedeuten, dass nur Gutachter, die Zugang zu diesem Tool haben, rechtsgültige Gutachten erstellen könnten. Dies ist unvereinbar mit der Sachverständigenordnung, die die Unabhängigkeit und methodische Freiheit öffentlich bestellter Gutachter schützt. Dies ist besonders prekär, da einer der Studienautoren selbst als Gutachter tätig ist und dadurch unlautere Vorteile genösse.

4 Einordnung der Entwicklungen und zeitlicher Verlauf der Gesetzesänderungen

4.1 Bisherige Bewertung durch signaturtechnische Gutachten

Bislang wurden mögliche Auswirkungen geplanter Bauwerke, wie z. B. Windenergieanlagen, auf Einrichtungen der Flugsicherung und Luftverteidigung im Rahmen sogenannter signaturtechnischer Gutachten untersucht. Diese dienten der Bewertung etwaiger negativer Einflüsse von Windenergieanlagen oder anderen Bauwerken auf die elektromagnetischen Signale von Radaranlagen sowie Funk- und Navigationssystemen (z. B. Drehfunkfeuer oder Instrumentenlandesystem) durch Reflexionen, Abschattungen oder sonstige Störeinflüsse. Diese könnten sonst den sicheren Flugbetrieb beeinträchtigen. Der jeweilige Vorhabenträger hatte dabei die Möglichkeit, ein **unabhängiges signaturtechnisches Gutachten eines spezialisierten Gutachterbüros** vorzulegen. Dieses wurde von der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsbehörde im Rahmen ihrer Entscheidung gemeinsam mit den Stellungnahmen der beteiligten Fachbehörden gewürdigt und in die Gesamtabwägung einbezogen. Die Verbände und die Branche befürchteten nun, dass mit der Etablierung des neuen, unter Verschluss befindlichen Bewertungs- und Nachweisverfahrens der Bundeswehr dies zukünftig nicht mehr möglich oder zumindest nicht mehr sinnvoll ist.

4.2 Beauftragung einer Studie durch die Bundeswehr 2023

Im Jahr 2023 beauftragte die Bundeswehr eine Studie, die ein fachlich tragfähiges Bewertungs- und Nachweisverfahren zur Frage möglicher Störungen an Luftverteidigungsradaren durch Windenergieanlagen nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft erarbeiten sollte. Die Ergebnisse der Studie sind mittlerweile vorhanden, wobei der größte Teil als Verschlussache eingestuft und damit nicht einsehbar ist. Auch der einsehbare Teil der Studie ist nach wie vor nicht veröffentlicht.

4.3 Erster Gesetzentwurf zur Anpassung des LuftVG 2023

Obwohl die Studienergebnisse noch nicht vorlagen, wurde mit dem „Entwurf eines Gesetzes zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren im Verkehrsbereich und zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2021/1187 über die Straffung von Maßnahmen zur rascheren Verwirklichung des transeuropäischen Verkehrsnetzes“¹⁰ 2023 ein Gesetzentwurf eingebracht, der zum einen die Aufnahme sog. stationärer militärischer Einrichtungen zur Kontrolle des Flugbetriebs (Luftverteidigungsradaranlagen) in § 18a Luftverkehrsgesetz (LuftVG-E 2023) vorsah und sodann die Anwendung gem. § 73 Abs. 5 Nr. 1 und Nr. 2 LuftVG-E (2023) unter den Vorbehalt des

¹⁰ Vgl. [Deutscher Bundestag, Drs. 20/6879](#): Genehmigungsbeschleunigungsgesetz, [Artikel 6, Änderung des Luftverkehrsgesetzes](#) sowie [Bundesrat Drucksache, 198/23](#).

Einvernehmens des Bundesministeriums der Verteidigung und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz stellte. Diese Gesetzesinitiative war nicht erfolgreich.

4.4 Erneuter Gesetzentwurf 2025

Im Jahr 2025 wurde mit dem Referentenentwurf „eines Gesetzes zur beschleunigten Planung und Beschaffung für die Bundeswehr (Bundeswehr-Planungs- und -Beschaffungsbeschleunigungsgesetz – BwPBBG)“ durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) und das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) ein erneuter Versuch gestartet, auch Luftverteidigungsradaranlagen in § 18a LuftVG 2025 aufzunehmen¹¹. Auch im Referentenentwurf war die schärfere Formulierung „gestört werden können“ enthalten.

Erst auf Druck der Verbände wurde der Kabinettsbeschluss dahingehend verändert und die Schwelle der Störwirkung angehoben, sodass nunmehr Luftverteidigungsradaranlagen in ihrer Funktionsfähigkeit **erheblich beeinträchtigt** sein müssen, um ein Bauwerk wie eine Windenergieanlage zu untersagen. Des Weiteren wurden in den Kabinettsbeschluss ebenfalls in § 73 Abs. 5 LuftVG 2025 mit den Nummern 2 und 3 Ergänzungen dahingehend aufgenommen, dass außerdem zu den **Ergebnissen** der Studie das BMWE, die Länder und kommunalen Spitzenverbände, Fachkreise und betroffenen Verbände zu beteiligen seien. Wesentlich ist auch die Anforderung der Nummer 3, wonach das BMWE und das BMUKN aufgefordert sind, eine **Folgenabschätzung über die Auswirkungen des neuen Bewertungs- und Nachweisverfahrens auf die Zulassung von Windenergieanlagen an Land in ausgewiesenen und in Ausweisung befindlichen Windenergiegebieten** vorzunehmen und diese als vertretbar zu bewerten. Nach Nummer 4 müssten schließlich BMVg, BMWE und BMUKN im Einvernehmen bekanntgeben, dass die Voraussetzungen des § 73 Abs. 5 Nr.1 - 4 LuftVG erfüllt sind. Auch dieser Paragraph stand in ähnlicher Form bereits in dem Kabinettsbeschluss von 2023.

¹¹ Vgl. BGBl. 2026 I Nr. 40 vom 10. Februar 2026.

Nichtamtliches Inhaltsverzeichnis Luftverkehrsgesetz (LuftVG) § 18a	Nichtamtliches Inhaltsverzeichnis Luftverkehrsgesetz (LuftVG) § 73
<p>(1) Bauwerke dürfen nicht errichtet werden, wenn dadurch</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Flugsicherungseinrichtungen gestört werden können oder 2. stationäre militärische Luftverteidigungsradaranlagen in ihrer Funktionsfähigkeit erheblich beeinträchtigt werden. <p>Eine erhebliche Beeinträchtigung liegt vor, wenn durch eine gutachtliche Stellungnahme auf Grundlage der wissenschaftlichen Studie gemäß § 73 Absatz 5 nachvollziehbar dargelegt wird, dass die Auftragserfüllung durch die jeweilige Luftverteidigungsradaranlage nicht mehr gewährleistet wäre. Im Falle des Satzes 1 Nummer 1 entscheidet das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung auf der Grundlage einer gutachtlichen Stellungnahme der Flugsicherungsorganisation, ob durch die Errichtung der Bauwerke Flugsicherungseinrichtungen gestört werden können; im Falle des Satzes 1 Nummer 2 ist § 30 Absatz 2 zu beachten. Die zuständige Behörde teilt ihre Entscheidung der für die Genehmigung des Bauwerks zuständigen Behörde oder, falls es einer Genehmigung nicht bedarf, dem Bauherrn mit.</p>	<p>(5) § 18a Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 ist erst anzuwenden, wenn</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. das Bewertungs- und Nachweisverfahren einer Störung an stationären militärischen Einrichtungen zur Kontrolle des Flugbetriebs (Luftverteidigungsradare) einer unabhängigen wissenschaftlichen Studie unterzogen wurde, die dem aktuellen Stand der Wissenschaft entspricht, 2. zu den Ergebnissen der Studie nach Nummer 1 und dem darauf aufbauenden neuen Bewertungs- und Nachweisverfahren das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, die Länder, die kommunalen Spitzenverbänden, die Fachkreise und die betroffenen Verbände beteiligt worden sind, 3. eine Folgenabschätzung über die Auswirkungen des neuen Bewertungs- und Nachweisverfahrens auf die Zulassung von Windenergieanlagen an Land in ausgewiesenen und in Ausweisung befindlichen Windenergiegebieten erfolgt ist und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit diese Auswirkungen als vertretbar bewerten und 4. durch das Bundesministerium der Verteidigung im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und dem Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit im Bundesgesetzblatt bekanntgemacht wird, dass die vorgenannten Voraussetzungen in Nummer 1 und 3 erfüllt sind.

4.5 Vorstellung einer Studie durch das BMVg am 23. April 2026

Am 23. April 2026 wurden Verbands- und Landesvertreterinnen zur Vorstellung der Studie „*Bewertungs- und Nachweisverfahren einer Störung an stationären militärischen Einrichtungen zur Kontrolle des Flugbetriebs (Luftverteidigungsradare)*“ eingeladen. Der Studienautor Prof. Breidemeyer stellte die wesentlichen Inhalte der im Rahmen des § 73 Abs. 5 Nr. 1 LuftVG erstellten Studie vor. Zweck der Studie sei es, die Störwirkungen von Windenergievorhaben auf Luftverteidigungsradaranlagen simulieren und bewerten zu können.

Darauf aufbauend solle durch die Bundeswehr ein Bewertungs- und Nachweisverfahren entwickelt werden, um sogenannte erhebliche Beeinträchtigungen durch Windenergieanlagen an Land abbilden zu können. Der Studienansatz ist zweigeteilt.

1. In einem ersten Schritt erfolgt eine sogenannte Messung bodennaher Feldbelastungen. Die Messergebnisse am Standort bilden die Validierungsgrundlage für Simulationen zur Prognose entsprechender Beeinträchtigungen durch Windenergieanlagen.
2. Im Rahmen dieser Simulationen soll bewertet werden, inwiefern von künftigen Windenergievorhaben eine erhebliche Beeinträchtigung hervorgerufen wird, sodass die Auftragserfüllung durch die jeweilige Luftverteidigungsradaranlage nicht mehr gewährleistet wäre. Sollte dies der Fall sein, würden die Dienststellen der Bundeswehr das Windenergieprojekt gegenüber der Genehmigungsbehörde ablehnen.

Ausgangspunkt der Studie zur Messung der bodennahen Feldbelastungen seien die Erkenntnisse aus den Projekten WERAN und WERAN plus¹² gewesen, bei dem bereits Drohnenmesstechnik eingesetzt worden sei, um Störeinflüsse auf Drehfunkfeuer festzustellen. In den Jahren 2017/2018 seien zudem erste Messungen an Luftverteidigungsradaranlagen durchgeführt worden. Um Störeinflüsse durch Windenergieanlagen auf Luftverteidigungsradaranlagen feststellen zu können, seien in der aktuellen Studie drei Säulen betrachtet worden:

1. Übertragungsbereich (Studienautor)
2. Radar (Studienautor)
3. Störungen bzw. Beeinträchtigungen (aus Sicht der Bundeswehr)

Die Studie beinhalte eine standort- und radarbezogene optische Feldvermessung. Hierfür seien zwei Baumuster von Messgeräten erstellt worden, deren Daten und Annahmen gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR validiert worden seien. Für die Bewertung möglicher Störeinflüsse sei insbesondere die Feststellung der messbaren Vorbelastung relevant. In der Studie wurde eine Bestandsaufnahme der bestehenden Vorbelastung vorgenommen. Veränderungen des Bewuchses werden für jedes Radar jährlich erfasst und in die Bewertung einbezogen. Zur Bewertung der Vorbelastung sei eine Massenzielauswertung durchgeführt worden. Es erfolgt jeweils ein Einzelfall-Nachweis.

Ein neues Messverfahren ist bereits entwickelt und in Anwendung; bis Ende Q2 2026 soll es auf alle LVR ausgerollt werden. Nicht automatisch berücksichtigt werden hingegen Veränderungen der Vorbelastung infolge des Repowerings von Windenergieanlagen. Ältere Anlagen verfügen regelmäßig über Stahltürme, während neuere Anlagen häufig mit Hybridtürmen errichtet werden, die einen erheblich größeren Anteil an Beton besitzen. Dieser Unterschied könnte im Rahmen eines Deltavergleichs in die Bewertung einfließen. Nach der derzeit angewandten Methodik von Prof. Bredemeyer erfolgt eine entsprechende Differenzierung jedoch nicht. Eine realitätsnahe Betrachtung der Materialien von Gondel und Rotorblättern schien gleichfalls nicht erfolgt zu sein.

Die anwesenden Verbände sowie Ministeriums- und Ländervertreter wiesen bei dem Vorstellungstermin am 23. April 2026 darauf hin, dass aus deren Sicht mit der „*Einladung zur Vorstellung der Studie zum Nachweisverfahren von Störungen der Luftverteidigungsradare*“ die Anforderungen des § 73 Abs. 5 Nr. 2 LuftVG nicht erfüllt worden sind. Aus der Einladung ging weder hervor, dass es sich um eine formale Anhörung handelte, noch war erkennbar, dass der Termin Teil des in § 73 Abs. 5 Nr. 2 LuftVG vorgesehenen Verfahrens sein sollte. Dies spiegelte sich nicht zuletzt in der Abwesenheit mehrerer relevanter Stakeholder, wie des Bundesministeriums für

¹² Vgl. Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), WERAN – [Wechselwirkung Windenergieanlagen und Radar/Navigation](#). Abschlussbericht, Braunschweig, 21. Dezember 2018.

Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN), des Umweltbundesamtes (UBA) sowie praktisch aller Ländervertreter, wider. Vor diesem Hintergrund regen die Verbände an, künftig bereits in der Einladung auf die jeweilige gesetzliche Grundlage hinzuweisen und den Verfahrenscharakter und die Bedeutung des Termins für die Beteiligten transparent zu machen. Zudem sollte eine Beteiligung bei einem hochkomplexen fachwissenschaftlichen Thema wie diesem primär schriftlich stattfinden, um eine angemessene Durchdringung der Thematik und Bewertung der Auswirkungen vornehmen zu können.

4.6 Expertenrunde am 28. Mai 2026

Am 28. Mai 2026 fand auf Initiative der Verbände ein fachlicher Austausch zwischen den von BDEW und BWE benannten (Radar-)Experten, dem Studienersteller sowie Vertretern der Bundeswehr statt. Ziel des Austauschs war es, die methodischen Grundlagen und Ergebnisse der Studie zu erörtern und eine fachlich fundierte unabhängige Einschätzung von weiteren Experten zu ermöglichen. Die Bewertungen der von den Verbänden benannten Experten sind in **Anlage 1** zusammengefasst. Negativ anzumerken ist hier, dass ein von den Verbänden vorgeschlagener Gutachter ohne Begründung vom Fachaustausch ausgeschlossen wurde.

4.7 Status quo

Derzeit ist aus Sicht der Verbände nicht ersichtlich, in welchem Verfahrensstadium sich die Abstimmungen zwischen den beteiligten Ministerien, Behörden und Verbänden befinden. Nach Ansicht der Verbände hat die erforderliche Beteiligung nach § 73 Abs. 5 Nr. 2 LuftVG noch nicht stattgefunden. Nach Kenntnisstand der Verbände geht das BMVg von einer Beteiligung durch die Vorstellung am 23. April 2026 aus, sodass nun die **Folgenabschätzung** der Auswirkungen des neuen Bewertungs- und Nachweisverfahrens auf die Zulassung von Windenergieanlagen an Land in ausgewiesenen sowie in Ausweisung befindlichen Windenergiegebieten nach § 73 Abs. 5 Nr. 3 LuftVG durchzuführen sei. Auf Grundlage dieser Folgenabschätzung haben das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) sowie das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) zu bewerten, ob die Auswirkungen als **vertretbar** anzusehen sind.¹³

¹³ An dieser Stelle sei auf eine Leerstelle im Gesetz verwiesen, da Repoweringvorhaben, die vom sog. „Herausrepowern“ aus Windenergiegebieten Gebrauch machen (müssen), nicht im Umfang des Gesetzes liegen.

5 Rechtliche Einordnung

5.1 Aufschiebende Bedingung

Insgesamt erscheint die vorgeschlagene Regelungssystematik aus gesetzgeberischer Sicht grundsätzlich fragwürdig. Die Anwendbarkeit von § 18a Abs. 1 Nr. 2 LuftVG wird durch die in den Übergangsregelungen zu findende Regelung in § 73 Abs. 5 Nr. 1 - 4 LuftVG von mehreren künftig eintretenden und derzeit ungewissen Voraussetzungen abhängig gemacht. Die Anwendbarkeit der Neuregelung wird dadurch faktisch unter eine aufschiebende Bedingung gestellt, was zu erheblicher Rechts- und Planungsunsicherheit für Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen führen kann.

Darüber hinaus gibt es erhebliche verfassungsrechtliche Bedenken hinsichtlich dieser gesetzlichen Konstruktion über die Anwendbarkeit. Ein kürzlich veröffentlichter rechtswissenschaftlicher Aufsatz kommt zu dem Ergebnis, dass § 73 Abs. 5 LuftVG höchstwahrscheinlich „mit dem Grundgesetz nicht vereinbar ist“, unter anderem da dieser „die praktische Wirksamkeit des § 18a I 1 Nr. 2 LuftVG in wesentlichen Teilen auf die Exekutive“ verlagert.¹⁴ Gesetzgebung, die unter dem Vorbehalt künftiger wissenschaftlicher Erkenntnisse, also der Studie und exekutiver Vertretbarkeitsentscheidung durch die beteiligten Ministerien steht, sieht der Autor als verfassungsrechtlich höchst bedenklich, weil der im Demokratie- und Rechtsstaatsprinzip verankerte Parlamentsvorbehalt und die Wesentlichkeitstheorie verfassungsrechtliche Grenzen bei Eingriffen in Grundrechte setzen.¹⁵ „§ 73 V LuftVG verschiebt damit die Konfliktentscheidung zwischen militärischer Sicherheit und Windenergieausbau in ein exekutives Nachsteuerungsverfahren. Dieses Verfahren mag fachlich naheliegen, ersetzt aber keine parlamentarische Entscheidung über die Voraussetzungen, unter denen grundrechtsrelevante Zulassungshindernisse aktiviert werden dürfen. Der Gesetzgeber hätte die Ergebnisse der Studie abwarten, die Bewertungsmaßstäbe konkretisieren und sodann selbst über die Reichweite des § 18a I 1 Nr. 2 LuftVG entscheiden können.“¹⁶ Ein solches Vorgehen hätte auch dem regulären Ablauf evidenzbasierter Gesetzgebung entsprochen.

5.2 § 18a LuftVG – eine verfahrensrechtliche Sonderregel

Anders als bei allen anderen fachbehördlichen Stellungnahmen im Rahmen von Genehmigungsverfahren bewirkt eine ablehnende Entscheidung der Dienststellen der Bundeswehr ein

¹⁴ Maslaton, Verteidigungsstrategie und Verfassungsrecht – [Gesetzgebung unter Vorbehalt zwischen Gefahrenabwehr, Technik, Unsicherheit und Grundrechtsbindung](#), Neue Juristische Online Zeitschrift NJOZ, 2026, 1089 (1093).

¹⁵ Ebd. NJOZ, 2026, 1089 (1092).

¹⁶ Ebd., NJOZ 2026, 1089 (1093).

materielles Bauverbot für die geplanten Windenergieanlagen und damit die Ablehnung der beantragten Genehmigung. Die Genehmigungsbehörde kann keine eigene rechtliche Bewertung mehr vornehmen – vielmehr ist sie an die Entscheidung der Dienststellen der Bundeswehr gebunden. **Es gilt damit ein De-facto-Vetorecht durch die Dienststellen der Bundeswehr.** Damit stellt **§ 18a LuftVG eine verfahrensrechtliche Sonderregelung mit weitreichenden Konsequenzen für das Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen an Land dar, die nur in absoluten Ausnahmefällen gerechtfertigt ist.** Die sich aus der Regelung ergebenden erheblichen Genehmigungsverzögerungen und -hindernisse müssen auf die Fälle beschränkt werden, in denen dieses Sonderverfahren unbedingt gerechtfertigt und erforderlich ist.

Vor dem Hintergrund der vorgesehenen verfahrensrechtlichen Stärkung der Stellung der Dienststellen der Bundeswehr durch das in § 18a LuftVG vorgesehene Vetorecht ist aus Sicht der Verbände nicht ersichtlich, dass eine solche Regelung erforderlich ist. Bereits heute wenden die zuständigen Dienststellen der Bundeswehr nach eigener Aussage ein aus der zugrunde liegenden Studie abgeleitetes Verfahren zur Bewertung möglicher Störeinflüsse von Windenergieanlagen auf Luftverteidigungsradaranlagen an und bringen ihre fachliche Bewertung in die immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren ein. Eine darüberhinausgehende verfahrensrechtliche Aufwertung der Stellung der Dienststellen der Bundeswehr erscheint nicht erforderlich. Vielmehr sollte die **immissionsschutzrechtliche Genehmigungsbehörde** weiterhin „**Herrin des Verfahrens**“ bleiben und die fachliche Bewertung der Bundeswehr – ebenso wie die Stellungnahmen anderer Träger öffentlicher Belange – im Rahmen ihrer Gesamtabwägung berücksichtigen. Dadurch bliebe gewährleistet, dass unterschiedliche fachliche Bewertungen in eine unabhängige behördliche Entscheidung einfließen können und echte Interessenabwägung stattfindet, die nicht einseitig durch eine einzelne Fachbehörde der Genehmigungsbehörde vorweggenommen wird.

5.3 Erhebliche Beeinträchtigung gem. § 18a Abs. 1 Nr. 2 LuftVG

§ 18a Abs. 1 Nr. 2 LuftVG stellt darauf ab, dass Bauwerke nicht errichtet werden dürfen, wenn Luftverteidigungsradaranlagen durch diese **in ihrer Funktionsfähigkeit erheblich beeinträchtigt werden**. Eine erhebliche Beeinträchtigung liegt demnach dann vor, wenn durch eine gutachtliche Stellungnahme auf Grundlage der wissenschaftlichen Studie gemäß § 73 Abs. 5 LuftVG **nachvollziehbar** dargelegt wird, dass die **Auftragserfüllung** durch die jeweilige Luftverteidigungsradaranlage **nicht mehr gewährleistet wäre**. Im Vergleich zu § 18a Abs. 1 Nr. 1 LuftVG, der für sog. Flugsicherungseinrichtungen gilt, wird außerdem deutlich, dass die Qualität der Beeinträchtigung für Luftverteidigungsradaranlagen gem. § 18a Abs. 1 Nr. 2 LuftVG über eine reine Störung hinausgehen muss.

In der gerichtlichen Praxis zeigte sich im Zusammenhang mit **Flugsicherungseinrichtungen**, dass der Bundeswehr bei der Beurteilung von Störungen ihrer Radaranlagen ein

verteidigungspolitischer Beurteilungsspielraum zugestanden wird. Eine (verwaltungs-)gerichtliche Überprüfung ist dabei nach Auffassung des Bundesverwaltungsgerichts auf die Fragen beschränkt, ob ein **zutreffender Sachverhalt** und ein **zutreffender rechtlicher Maßstab** zugrunde gelegt wurden, **sachgerechte Erwägungen leitend** waren und ob die **zivilen Interessen in die gebotene Abwägung eingestellt und nicht unverhältnismäßig zurückgesetzt** wurden.¹⁷

Ähnliche Maßstäbe dürften nunmehr auch für den Nachweis einer erheblichen Beeinträchtigung im Zusammenhang mit Luftverteidigungsradaranlagen gelten. Gerade weil der Bundeswehr insoweit ein gerichtlich nur eingeschränkt überprüfbarer Bewertungsspielraum zugestanden wird, müssen ihre Annahmen zu einer im konkreten Einzelfall festgestellten erheblichen Beeinträchtigung hinsichtlich der zugrunde gelegten Prämissen, der angewandten Methodik und der daraus gezogenen Schlussfolgerungen nachvollziehbar, überprüfbar und hinreichend substantiiert begründet werden.

¹⁷ Vgl. BVerwG Beschluss vom 21.01.2025 – [11 VR 7.24](#).

6 Fazit

Zusammenfassend stellen die Verbände erhebliche Mängel hinsichtlich der rechtlichen Ausgestaltung der §§ 18a und 73 LuftVG, der wissenschaftlichen Studie und des darauf aufbauenden Bewertungs- und Nachweisverfahrens sowie im Prozessablauf fest:

Neben der (verfassungs-)rechtlichen Fragwürdigkeit der aufschiebenden Bedingung des § 73 Abs. 5 LuftVG weist die Studie aus Sicht der Verbände verschiedene fachliche und methodische Schwächen auf, die sich notwendigerweise ebenfalls im Bewertungs- und Nachweisverfahren der Bundeswehr niederschlagen müssen. Obgleich die Bundeswehr auf Betreiben der Verbände einen Expertenaustausch am Radarstandort Tempelhof ermöglichte, bleibt die Unmöglichkeit der Einsicht in die vollständige Studie sowie in das Bewertungs- und Nachweisverfahren bestehen. Für die Verbände ist nicht nachvollziehbar, weshalb dies auch unter Wahrung der berechtigten Sicherheitsanforderungen der Bundeswehr nicht möglich sein soll.

Aus Sicht der relevanten Stakeholder hat die in § 73 Abs. 5 Nr. 2 LuftVG festgehaltene „Beteiligung“ des BMWF, der Länder, kommunalen Spitzenverbände, Fachkreise und betroffener Verbände zu den Ergebnissen der Studie nicht oder nicht ausreichend stattgefunden. Darüber hinaus ist eine Beteiligung dieser Akteure bei der „Folgenabschätzung“ aus § 73 Abs. 5 Nr. 3 LuftVG ebenfalls nicht vorgesehen.

Obwohl die Branche in der Vergangenheit wiederholt in einem konstruktiven Austausch mit dem Bundesministerium der Verteidigung und der Bundeswehr stand, finden die dabei eingebrachten Anliegen und Lösungsansätze im Zusammenhang mit Luftverteidigungsradaren und deren materiellem Schutz im Luftverkehrsgesetz aus Sicht der Branche bislang nicht ausreichend Berücksichtigung.

Der BDEW und der BWE möchten den konstruktiven Austausch daher gerne fortsetzen, um bestehende Unsicherheiten in der Branche abzubauen und gemeinsam Wege zu finden, die berechtigten Interessen der Landesverteidigung und die Anforderungen an den weiteren Ausbau der dezentralen erneuerbaren Energieversorgung bestmöglich miteinander in Einklang zu bringen. Darüber hinaus verweisen die Verbände auf die in Anlage 1 beigefügten Experteneinschätzungen sowie die darin aufgezeigten Möglichkeiten zur weiteren Präzisierung der Studienergebnisse. Um die fachliche Diskussion zu vertiefen und offene Fragen zu klären, bieten die Verbände gerne an, einen weiterführenden Austausch unter Einbindung der genannten Experten zu organisieren.

Ansprechpartner

Dr. Andreas Röhsler
Fachreferent Technik & Betrieb
M +49 (0)151 203 635 39
a.roehsler@wind-energie.de

Sven Mayer-Steudte
Fachgebietsleiter Windenergie Onshore
T 030 300 199 1315
sven.mayer-steudte@bdew.de

7 Anlage 1 – Experteneinschätzungen im Original (PDF)

Dr.-Ing. Ferdinand Behrend
Dipl.-Phys. Christoph Neumann
Dipl.-Ing. (FH) Michael Gottschalk
Dr.-Ing. Gerhard Greving

Dr.-Ing. Ferdinand Behrend
Wiesenstraße 5
38102 Braunschweig
mail@ferdinandbehrend.de

Braunschweig, 11. Juni 2026

Betreff: Expertenaustausch 28.05.26 am LVR-Tempelhof

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit nehme ich zum Expertentreffen am 28.05.26 am Luftverteidigungsradar (LVR) Tempelhof zum Thema „Erarbeitung eines Simulations-Tools zur Prognose von Effekten von geplanten WEAs auf LVR der BW“ Stellung.

Im Rahmen des durch die Bundeswehr durchgeführten Expertentreffen sollte das eigens für die Bundeswehr entwickelte Bewertungstool für den Einfluss von Windenergieanlagen (WEA) auf LVR durch die Entwickler vorgestellt werden. Es wurden einige Ergebnisse der Messungen an bestimmten LVR-Stellungen der Bundeswehr vorgestellt, welche zur Validierung der neuen Simulation verwendet wurden. Das Bewertungstool selbst wurde jedoch nur in Ansätzen gezeigt, Bewertungskriterien wurden vollständig von dem Gespräch ausgeschlossen.

Im Rahmen der Vorstellung zeigte sich, dass sich das Bewertungstool noch in der Entwicklungsphase befindet und es erhebliche Diskussionen hinsichtlich der Methodik, der getroffenen Annahmen und auch der Auswirkungen auf den Betrieb unter den teilnehmenden Experten gab. Die Entwickler des Bewertungstools nahmen bereits in diesem Treffen einige Hinweise der anwesenden Fachexperten auf und gaben an, diese gegebenenfalls in die Simulation mitaufzunehmen um diese zu optimieren.

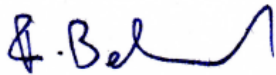
Ebenfalls wurde die Neuartigkeit des Bewertungstools durch die anwesenden Experten hinterfragt und inwieweit die vorgestellten Ergebnisse nun einen neuen Stand der Wissenschaft darstellen. Dies scheint insofern zu diskutieren, da dies im Umkehrschluss bedeuten würde, dass die bisherige Fachexpertise nicht mehr auf die Bewertung von möglichen Störungen durch WEA auf LVR angewendet werden könnte, und die Bewertung nun nur noch exklusiv durch das neue Bewertungstool durchgeführt wird. Auf Grund der erheblichen Diskussionen und das scheinbare Ausbleiben neuer Erkenntnisse erscheint diese Vorgehensweise diskutabel.

Darüber hinaus bestehen weiterhin offene Fragen hinsichtlich des Bewertungsmaßstabs der Bundeswehr, inwieweit die Arbeit eines entsprechenden Nutzers der Radardaten durch mögliche Beeinflussungen durch WEA gestört ist. Im Rahmen des Termins wurde dies durch die Bundeswehr zwar als genereller Prozess dargestellt (3 Säulen-Modell), aber die Kriterien zur Bewertung bzw. der Bewertungsmaßstab wurden nicht genannt. Dies sollte jedoch aus Sicht des Sachverständigen transparent und nachvollziehbar im Rahmen der Bewertungen dargelegt werden, so dass die Abwägung nachvollziehbar bleibt. Ebenfalls wurde auch die Multisensor-Lage, d.h. die Nutzung

des Sensornetzwerks MilRadNet, von der allgemeinen Bewertung ausgeschlossen. Das Überwachungssystem der Bundeswehr besteht aber aus verschiedenen Sensoren – auch die Radaranlagen der Deutschen Flugsicherung – und stellt ein Gesamtsystem dar. Dementsprechend sollte dieses aus Sicht der Fachexperten auch als Gesamtsystem betrachtet und bewertet werden.

Abschließend ist festzustellen, dass es sich hier um die Entwicklung eines Simulationstools handelt, welches nach den einschlägigen Methoden der aktuellen Wissenschaft arbeitet. Dieses wurde mit Messungen validiert, was so keine Neuerung darstellt. Inwieweit dies nun einen neuen Stand der Wissenschaft darstellt, hat sich den anwesenden Fachexperten nicht erschlossen. Ebenfalls bleibt die Darlegung des Bewertungsmaßstabs aus, ohne den die reine quantitative Feststellung einer möglichen Beeinflussung der LVR durch WEA im Rahmen der Bewertung unvollständig ist.

Mit freundlichen Grüßen



Dr.-Ing. Ferdinand Behrend

Sachverständiger Flugbetrieb & Flugsicherheit Din EN ISO/IEC 17024



PROJEKT: **LV-Radar – WEA Verträglichkeit**

TITEL: **Experten-Info Bw, 28.05.2026 und
Nachbesprechung dazu, 03.06.2026**

Christoph Neumann	RadarTec
+49 171 6567146	christoph.neumann.radartec@gmail.com

Verteiler:

Funktion	Name	Stelle	zur Prüfung	zur Information
Koordinator	Jens Mayer-Steudte	BDEW		X
Gutachter	Michael Gottschalk		X	X
Gutachter	Gerhard Greving		X	X
Gutachter	Ferdinand Behrend		X	X
	Alle weiteren Eingeladenen der Nachbesprechung vom 03.06.2026		X	X

Inhalt

1	Zweck der Veranstaltung	3
2	Teilnehmer.....	3
3	Vorträge zum Inhalt Studie	3
3.1	Simulationen (Prof. Wald):	4
3.2	Messungen (Prof. Bredemeyer):	5
4	Zusammenfassung	6
5	Wesentliche Kritik an Aussagen der Studie.....	7
5.1	Begriff „Vorbelastung“	7
5.2	Bewertung „Einfluss von WEA auf Messwerte“	7
5.3	Bewertung „Winkelfehler“.....	7
5.4	Simulation „Dämpfungswerte nach Repowering“	8
5.5	Schlussfolgerungen	8
6	Vorschlag zu Weiterentwicklung der vorgestellten Verfahren.....	9
7	Anlagen	10
8	Referenzierte Dokumente	10

1 Zweck der Veranstaltung

Erläuterung von Methodik und Ergebnissen der Studie IHFR2024-LV „Einfluss von WEA auf Radaranlagen des EinfüDSt“

2 Teilnehmer

OTL Roland Gietzen, Bw, Einladender der Veranstaltung
Prof. Jens Werner, Jade Hochschule Wilhelmshaven, mit-Beauftragter der Studie
Prof. Jochen Bredemeyer, freiberuflicher Sachverständiger und mit-Beauftragter der Studie
Prof. Stefan Wald, Fraunhofer FHR, EM-Simulationen im Rahmen der Studie
Dr. Ferdinand Behrend, Gutachter und Experte Luftverkehr
Dr. Greving, Gutachter und Experte EM-Simulationen
Michael Gottschalk, Airbus, Gutachter WEA-Radar-Verträglichkeit
Christoph Neumann, Experte Radar-Signalverarbeitung und WEA-Radar-Verträglichkeit
+ 2 weitere Bw-Vertreter

3 Vorträge zum Inhalt Studie

Einleitung durch OTL Gietzen und Vorstellungsrunde.

Die Studie wurde 2023 nach öffentlicher Ausschreibung (Aussage OTL Gietzen) beauftragt und endete mit dem Abschlussbericht vom 31.10.2024.

Zweck der Studie war, die Bw in die Lage zu versetzen, Störwirkungen von WEA auf LV-Radare selbst festzustellen und Ablehnungen von WEA-Vorhaben nachvollziehbar zu begründen.

Die Auftragnehmer der Studie stellten die Inhalte der Studie vor, aufgeteilt in Messungen (Prof. Bredemeyer) und EM-Simulationen (Prof. Wald). Bisher gibt es außer einem Vergleich der Ähnlichkeit der Ergebnisse keine Verzahnung zwischen Messungen und Simulation. Einbußen in der LFz-Erkennung im Umfeld von WEA wurden bisher ausschließlich aus den Messungen explizit abgeleitet, nicht aus den Simulationen.

Version	Datum	Seite	von.
04	23.06.2026	3	10

3.1 Simulationen (Prof. Wald):

Ergebnis der Simulationen sind EM-Feldstärken auf Sichtlinien Radar-LFz und Unterschiede der Feldstärken mit / ohne WEA auf solchen Sichtlinien. Das Antennendiagramm des Radars und die Geländeform werden berücksichtigt. Die Radar-Signalverarbeitung wird nicht berücksichtigt.

Aus den Feldstärken wird ein „Reflektions-Profil“ (Echosignal-Pegel in [dB]) entlang einer Antennen-Blickrichtung erstellt, in dem beispielsweise Festzeichen (Funkturn, Kanten im Geländeprofil) und WEA (bekanntlich Festzeichen und auch „Bewegtziel“ mit Dopplerverschobenen Echos) identifizierbar waren.

Auf Nachfrage wurde bestätigt, dass diese „Pegelkarte“ keine Rückschlüsse auf die Zielerkennung zulässt, da u. A. die Doppler-Information nicht enthalten ist. Auch andere wichtige Radar-Signaleigenschaften wie z.B. der Langpuls mit nachfolgender Pulskompression und erheblicher Auswirkung auf das „Reflektionsprofil“ wurden bisher nicht betrachtet.

Es wurde kein Weg beschrieben, wie man von diesen bisher erfolgten Simulationen in Richtung „Vorhersage der Beeinträchtigung der Radar-Leistung durch WEA im Strahlengang“ kommt. Über die Aussage „die Messungen validieren die Simulation“ hinaus wurde kein Konzept vorgestellt, wie diese Validierung erfolgen soll.

Eine solche Validierung ist natürlich notwendig, wenn aus der Simulation die konkrete Störwirkung einzelner WEA an definierten Standorten abgeleitet werden soll.

Version	Datum	Seite	von.
04	23.06.2026	4	10

3.2 Messungen (Prof. Bredemeyer):

1) Radarsignale

Gemessen wird hauptsächlich am Radar selbst auf der ZF-Ebene des Radar-eigenen Analog-Empfängers. Es wird mit hinreichend hoher Abtastfrequenz (1 GHz) sowohl der Sendepuls als auch das Echosignal aufgezeichnet, so dass eine Rekonstruktion der Signalverarbeitung bis hin zur Plotbildung möglich ist, sofern die Verfahren im Radar bekannt sind. Die Messungen auf Signalebene erfolgten bislang ausschließlich an Radaren des Typs „FPS 117“, bei der Bw und in dieser Studie „RRP 117“ genannt, da dieses Radar – im Gegensatz zu den Radaren vom Typ Thales Groundmaster 406F, einen analogen Zugang auf das ZF- Signal ermöglicht. Zu anderen Radaren (GM 406F, HADR NF, RAT 31DL) liegen solche Messungen nicht vor, da der Zugang zur ZF dort nicht ohne Zusammenarbeit mit den Herstellern möglich ist. Es sind aber entsprechende Verträge mit den Herstellern beabsichtigt.

Alle 8 LV-Radare des Typs „FPS 117“ in Deutschland – diese sind an den Standorten Putgarten, Elmenhorst, Cölpin, Berlin Tempelhof, Döbern, Döbraberg und Großer Arber in Betrieb – wurden bzw. werden mit entsprechendem Aufzeichnungs-Gerät versehen. Es existieren zwei Komplett-Systeme für die Signalaufzeichnung, die rollierend an den genannten Standorten eingesetzt werden. Weitere Systeme sollen angeschafft werden.

2) Radardaten

Die Studiengruppe hatte und hat Zugriff auf die Sensordaten der 18 LV-Radare. Aufgezeichnet werden (standardmäßig und nach Radar-Spec) die Ergebnisse der Zielerkennung („Plots“) und Begleitdaten zu Zustand und verwendeten Parametern im Radar. Es wurden Ergebnisse der Plotanalyse nach dem sog. „RASS-C“-Verfahren präsentiert, bei dem die Anzahl (Primärradar-) Plots tatsächlicher LFz, deren Position mit den Sekundärradar-Daten bestätigt ist, in Beziehung zu letzteren gesetzt wird. Daraus wird dann beispielsweise die PD (Probability of Detection) berechnet, aber auch Messgenauigkeiten können so bestimmt werden.

Gezeigt wurde ein Beispiel zur Zieldetektion hinter einem Windpark, wo in der unmittelbaren Umgebung um die einzelnen WEA (in Azimut und Elevation) eine niedrigere PD festgestellt wurde. Daraus wurde seitens der Bw die Aussage „20% weniger PD um WEA“ abgeleitet. Auf Nachfrage wurde dies vom Vortragenden relativiert, da die Randbedingungen wie Parametrisierung des Radars, Ziel-Entfernung, -Geschwindigkeit und -RCS nicht bestimmt worden waren, so dass eine solche pauschale Aussage tatsächlich nicht durch die Messungen nachgewiesen ist. Beispielsweise wurde vom Vortragenden auf ein Gebiet um einen Flughafen verwiesen, wo eine ähnliche PD-Minderung auftrat, weil das Radar dort wegen der hohen Plotlast die Detektionsschwellen hochsetzt.

Es ist also bislang nicht ausgewertet, welche Art Ziele in welchen Entfernungen im Umfeld von WEA weniger häufig erfasst werden, welchen Anteil daran eine Schwellwert-Änderung im Radar hat und welchen Anteil eine grundsätzliche Empfindlichkeitseinbuße durch WEA-bedingte höhere Pegel des Hintergrundsignals im entsprechenden Auswertebereich.

Version	Datum	Seite	von.
04	23.06.2026	5	10

Die Aussagen zu problematischen Winkelfehlern im Endbericht der Studie (S. 57 ff) wurden nicht vorgetragen, möglicherweise weil der Verfasser den Vortragenden, Herrn Prof. Bredemeyer, im Vorfeld seines Vortrags auf diese und andere falsche Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen im Endbericht der Studie hingewiesen hatte.

Der Vortragende hob mehrmals hervor, dass „Außenstehende“ die WEA-bedingte Minderung der Zielauffassungs-Wahrscheinlichkeit nicht beurteilen oder berechnen könnten, da sie ja die Details der Radar-Signalverarbeitung nicht kennen. Der Verfasser wandte ein, dass ja ein Nachweis auf Basis des bekannten Stands der Technik in der Radar- Signalverarbeitung genüge, da das konkrete Radar sicher nicht schlechter sei.

Die vielen Zwischendiskussionen über einen Beurteilungsspielraum der Bw verfestigten den Eindruck, dass die Bw ihren Zugang zu den genauen Radarparametern verwenden möchte, um die eigene Bewertung im Zweifelsfall besser durchsetzen zu können. Tatsächlich sind aber die weitgehend geheim eingestuft Parameter gar nicht nötig, eine Bewertung der Störwirkung durchzuführen, denn dazu reicht die Kenntnis der typischen Parameter für solche Radare, wie sie in der Fachliteratur zahlreich veröffentlicht sind.

4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Studie bestehen aus Simulations- und Mess-Ergebnissen, die miteinander bislang nicht weiter verknüpft sind.

Weder Simulation noch Messungen führten bisher zu Ergebnissen, die eine Störung einzelner WEA tatsächlich nachweisen. Das einzig aussagekräftige Ergebnis „Messung der Plot-PD im Umfeld von WEA“ (vergl. 3.2) zeigt eine Statistik, die nicht nach Relevanz der Zielobjekte differenziert und daher nicht geeignet ist, daraus eine „nicht hinnehmbare Störung“ des Radars abzuleiten.

Den Vortragenden der Studie ist es offensichtlich bewusst, dass noch erhebliche Lücken in der Nachweisführung einer Störwirkung einzelner WEA existieren, wie aus entsprechenden Aussagen zur beabsichtigten Weiterentwicklung der Methoden zu erkennen war.

In der auf die Präsentationen folgenden Diskussion blieb unklar, wie die Studie fortgesetzt wird und auf welchem Wege die bestehenden Lücken geschlossen werden sollen.

Die Bw betonte mehrfach, Herr des Verfahrens zu sein und damit der Definition, was eine „nicht hinnehmbare Störung“ ist, nannte dazu aber keine Kriterien oder Richtwerte. Der Vorschlag des Verfassers, sich an der Radar-Spezifikation zu orientieren, wurde zurückgewiesen mit dem Argument, wenn das Radar besser sei als spezifiziert, sei dies eine Fähigkeit, die die Bw beanspruche.

Nach Einschätzung des Verfassers ist die Studie grundsätzlich gut angelegt und die Ergebnisse sind plausibel nachvollziehbar. Es fehlt jedoch die Berücksichtigung der Radar-internen Signal- und Datenverarbeitung, so dass teilweise falsche Schlüsse aus den Mess- und Berechnungsergebnissen gezogen wurden. Details dazu siehe Abschnitt 5.

Es ist noch einiges an Analysen durchzuführen und an Ideen umzusetzen, bis aus dem Grundkonzept der Studie und den ersten Ergebnissen daraus eine belastbare Grundlage für eine Bewertung für den Einfluss eines konkreten Windpark-Projektes auf ein LV-Radar wird. Ein konkreter Vorschlag wird Abschnitt 6 gegeben.

Version	Datum	Seite	von.
04	23.06.2026	6	10

5 Wesentliche Kritik an Aussagen der Studie

Die angegebenen Seiten und Kapitel beziehen sich auf das Dokument Anlage A1.

5.1 Begriff „Vorbelastung“

Als "Vorbelastung" wird in der genannten Studie ein in der Dimension "Entfernung" hochaufgelöstes Profil der Reflektivität, nicht eindeutig in Entfernung und ohne Berücksichtigung der Radar-internen Signalverarbeitung wie z.B. Doppler-Analyse definiert.

Da die LFz-Erkennung im Radar im Dopplerbereich überwiegend außerhalb des Dopplerbereichs der Festzeichen erfolgt, ist dieses "Vorbelastung" genannte Profil von Reflektionspegeln kein Maß für das Hintergrundsignal, vor dem das Zielsignal tatsächlich im Radar detektiert wird. Vielmehr ist zu jedem Radar dieser Art eine "Subclutter-Visibility" definiert bzw. in den Anforderungen spezifiziert, die im Wesentlichen durch die Radarauflösung in Entfernung und Doppler bestimmt ist und - wie der Name schon sagt - Objekte sichtbar macht, deren Reflektionspegel deutlich unter dem hier als "Vorbelastung" bestimmten Pegel liegt, nämlich typischerweise um 50dB für ein solches Radar.

Zur Bestimmung der Detektionswahrscheinlichkeit wird in jedem Fall die Wahrscheinlichkeits-Dichteverteilung des Clutter-Pegels in den Auflösungszellen des Radars in Entfernung und Doppler benötigt, nicht jedoch dieses Profil von Reflektionspegeln.

5.2 Bewertung „Einfluss von WEA auf Messwerte“

Die in Abb. 4-69, Seite 59 gezeigte Fluktuation der Signalpegel von ca. 0.5 dB (1 Sigma) hinter dem gemessenen Windpark (aus Feldstärke-Messungen) liegen mindestens eine Größenordnung unter der Fluktuation eines typischen Zielsignalpegels wie auch der Fluktuation des Empfangspegels über ebenem Boden durch Mehrwegeausbreitung („lobing“). Beidem begegnet das Radar durch geeignete Bandbreite des Sendepulses und durch Frequenzumschaltungen von Burst zu Burst (ein "Burst" = Pulsfolge für die kohärente Signalverarbeitung, typischerweise einige bis einige 10 Millisekunden Gesamtlänge), d.h. das Radar ist so ausgelegt, dass das Ziel bei mindestens 10-fach größerer Fluktuation als hier als gezeigt das Ziel mit der spezifizierten Zielerkennungswahrscheinlichkeit auffasst.

5.3 Bewertung „Winkelfehler“

Studie Seite 58: Die Extrapolation von Winkelfehlern auf einen Crossrange-Fehler von 1800m bei 450km Entfernung unterschlägt die Tatsache, dass in dieser Entfernung und für das betrachtete Radar (RRP 117 = FPS 117) schon der Messfehler im ungestörten Freiraum in derselben Größenordnung liegt (ca. 1/10 der Keulenbreite von $2.3^\circ = 0.23^\circ$), was völlig hinreichend ist für die nachfolgende Kalman-Filterung. Monopuls-Winkelmessungen sind aufgrund der o.g. Fluktuationen stets stark verrauscht und werden in der Genauigkeit erst durch die nachfolgende Filterung auf die für das Radar spezifizierte Genauigkeit gebracht. Operationell ist eine Genauigkeit erforderlich, die eine Abwehrmaßnahme - z.B. die Einweisung einer Abfangrakete – ermöglicht, welche dann während der Annäherung und aus wesentlich geringerer Entfernung als 450km eigene Zielvermessungen durchführt. Daher sind 0.2° Fehler in der Einzelmessung völlig unkritisch.

Version	Datum	Seite	von.
04	23.06.2026	7	10

5.4 Simulation „Dämpfungswerte nach Repowering“

Studie Seite 59-60: Die simulierte "Dämpfung" von ca. +/- 3dB (also keine Dämpfung, sondern eine Pegelfluktuatation) liegt ebenfalls deutlich (1/2 Größenordnung) unter den typischen Werten des entsprechenden Effektes aus Multipath über Boden einerseits und RCS-Fluktuatation des Ziels andererseits. Gegenmaßnahmen im Radar sind wiederum Bandbreite des Sendepulses und Variation der Träger-Frequenz.

Eine geringe Änderung der Radar-Sendefrequenz, wie sie LV-Radar typischerweise von Auswerte-Intervall zu Auswerte-Intervall vornehmen, verändert das Interferenzmuster nahezu vollständig.

Es erfolgt hier also keine "Dämpfung", sondern eine Fluktuatation des Empfangspegels von Messintervall zu Messintervall, die nur statistisch, keinesfalls aber vorhersagbar deterministisch erfassbar ist und im Radar-Empfangssignal allgegenwärtig ist. Die Schlussfolgerung in der Studie "3.1 dB als Worst Case" ist also nicht zutreffend.

Es ist keine realistische Flugbahn von LFz konstruierbar, bei der das LFz-Echosignal dauerhaft in dem als „Worst Case" bezeichneten Minimum verbleibt.

5.5 Schlussfolgerungen

Entgegen der Darstellung in Abschnitt 4.6 der Studie („Anwendung des Verfahrens“) bewerten die präsentierten Ergebnisse und die gewählte Vorgehensweise keineswegs den Einfluss der WEA auf die Zielerkennung und -vermessung, vielmehr sind Aussagen zu WEA-bedingten Störungen aus diesem Ansatz noch nicht ableitbar, werden aber fälschlicherweise und unter Nicht-Beachtung wesentlicher Aspekte der Radar-Signalverarbeitung abgeleitet, mit entsprechend unrichtigen Aussagen und Schlussfolgerungen.

Die Interferenzen im Empfangssignal zwischen WEA untereinander und dem Erdboden sind auch prinzipiell nicht vorhersagbar, da aus einer konstruktiven Überlagerung von Echosignal-Anteilen bei Positionsveränderungen von WEA im Dezimeter-Bereich eine destruktive wird und umgekehrt. Die gewählte Methode ist lediglich für grobe Effekte wie Geländeabschattungen geeignet, dafür reicht aber auch eine 3D-Sichtlinien-Analyse.

6 Vorschlag zu Weiterentwicklung der vorgestellten Verfahren

Zielführend zur Feststellung von WEA-bedingten Störwirkungen bei der Ziel-Auffassung und -Vermessung ist ein Ansatz über Änderungen in der Wahrscheinlichkeits-Dichteverteilung des Signal-Hintergrunds in den Auflösungszellen des Radars in den Dimensionen Entfernung, Doppler und Empfangs-Kanal, welche für die Zieldetektion als "Zelle unter Test" und als "Referenzumgebung" verwendet werden, und dabei die Berücksichtigung der tatsächlich verwendeten "Cluttermaps" des Radars einschließlich der Algorithmen (Filterprozesse) zu deren Erzeugung und Aktualisierung. Ein solcher Ansatz entspricht dem anerkannten Vorgehen in der Radartechnik, wie es die etablierten Radarhersteller verwenden, um zu gegebenen Anforderungen das Radar auszulegen, die Komponenten passend zu spezifizieren und wesentliche Leistungsnachweise ggü. dem Kunden zu erbringen.

Empfohlen wird die folgende Vorgehensweise:

1. Grundsätzliche Umstellung von einer Zeitsignal-Simulation auf eine Verhaltens-Simulation und Verwendung von Zeitsignal-Simulationen und Messungen nur für die Erstellung von Wahrscheinlichkeits-Dichteverteilungen als Eingangsdaten der Verhaltens-Simulation bei der Berechnung des Zielechosignals und der Störsignale (Bodenclutter, WEA-„Clutter“).

Dies erfordert eine genauere Nachbildung der WEA-Echosignale bei Beleuchtung mit dem Radarstrahl, als sie bislang erfolgt (u. A. sollten Materialeigenschaften und Betriebszustände der WEA berücksichtigt werden sowie die Polarisierung der Radarsignale).

Der Versuch, Bereiche konstruktiver und destruktiver Interferenz bei der Überlagerung von Echosignalen (Pfade Radar – WEA – Boden – Radar, Radar – WEA – WEA – Radar etc.) aus Zeitsignal-Simulationen für ein konkretes Szenarium vorherzusagen, ist dagegen nicht zielführend, da prinzipiell nicht möglich, sondern nur statistisch beschreibbar, vergl. Abschnitt 5.4.
2. Nachbildung von Pulskompression und Dopplerfilterung entsprechend dem in den Radaren verwendeten Parametern (diese sind durch die ZF-Messungen und Datenaufzeichnungen wahrscheinlich hinreichend bekannt).
3. Nachbildung des Detektionsverfahrens, zunächst „generisch“ nach Stand der Technik, später ggf. Radar-spezifisch, was aber eine Herausgabe der von den Herstellern verwendeten Algorithmen oder zumindest deren prinzipielle Beschreibung erfordert, daher ist unsicher, ob man über den generischen Ansatz hinauskommen wird.
4. Berechnung der Detektionswahrscheinlichkeit für LFz definierter Radar-Charakteristik (mittlerer RCS, Swerling-Case, Flugdynamik), für definierte LFz- Trajektorien und in Abhängigkeit von dem Suchmuster und den Betriebsparametern des Radars. Hier sollten exemplarische Szenarien von der Bw definiert werden.
5. Daraus abgeleitet Wahrscheinlichkeit für Trackbildung und Trackverlust in den von der Bw als kritisch eingestuften Szenarien im Erfassungsbereich des Radars.

Details dazu wurden vom Verfasser – damals als Radar-Experte bei Hensoldt – bereits im Juli 2022 im Vorfeld einer Konferenz im September 2022 zwischen Bw, Forschung, Industrie und Luftfahrt-Behörden zum selben Thema an Herrn OTL Gietzen übermittelt und auf der Konferenz vorgetragen und erläutert, vergl. Referenz [1].

Version	Datum	Seite	von.
04	23.06.2026	9	10

Eine Abschätzung ergab seinerzeit einen Zeit-Aufwand für die Realisierung und Validierung von 2 Jahren bei enger Zusammenarbeit von Experten in der Radar- Signal- und –Datenverarbeitung, Radar-Messtechnik, EM-Simulationen und auf dem Gebiet der militärisch-betrieblichen Erfordernisse.

Der Verfasser empfiehlt, dieses damalige Konzeptpapier (Referenz [1]) von der Bw oder von der Firma Hensoldt anzufordern. Das Papier ist seitens Hensoldt nicht eingestuft.

7 Anlagen

- A1 "Einfluss von WEA auf Radaranlagen des EinsFüDst", Jade Hochschule Wilhelmshaven, Auftraggeber: LufABw, Referat 3 II e, Abschlussbericht vom 22.11.2024, Dokument „Anl1 IHFR_NT-Studie.pdf“ = offener Teil der Studie, es gibt auch einen geheim oder vertraulich eingestuften Teil, der nicht präsentiert wurde.
- A2 Foliensatz „20260528_LVR_Vorstellung.pdf“, vorgetragen am 28.05.2026 von Prof. Bredemeyer und Prof. Wald (Anteil Simulation)

8 Referenzierte Dokumente

- [1] Hensoldt Konzept-Papier für die Entwicklung eines Bewertungs-Tools für WEA-Einflüsse auf LV-Radare, „Diskussionspapier Bewertung von WEA-bedingten LV-Radar-Störungen_v01.pdf“ vom 07.07.2022.
- Erläutert und diskutiert als eines von vier Hauptbeiträgen auf einer vom LufABw initiierten Konferenz im September 2022, Teilnehmer bzw. Eingeladene waren unter anderem:
- Luftfahrtamt der Bundeswehr (LufABw, mehrere Vertreter, darunter H. Gietzen als Initiator), Firma Airbus (mit Herrn Gottschalk), Firma Hensoldt (mit H. Neumann), Fraunhofer FHR, Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF), Deutsche Flugsicherung (DFS), Prof. Bredemeyer (Uni Hannover), MAA Schweiz, Bundesamt für Zivilluftfahrt Schweiz, VBF Schweiz, Skyguide Schweiz.

Version	Datum	Seite	von.
04	23.06.2026	10	10

Airbus Defence and Space GmbH, Airbus-Allee 1, 28199 Bremen

BDEW Bundesverband der Energie-
und Wasserwirtschaft e.V.
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin

Abteilung TADYX2, Geb. 4
Airbus-Allee 1, 28199 Bremen
Ihr Ansprechpartner: Dipl.-Ing. M. Gottschalk
M +49.170.269-9608
T +49.421.539-3020
E michael.gottschalk@airbus.com

Ihre Zeichen/Nachricht

Unser Zeichen
TADYX-066/26

Datum
09.06.2026

Stellungnahme zur Methodik und den Ergebnissen der Studie IHFR2024-LV „Einfluss von WEA auf Radaranlagen des Einfüdst“

Sehr geehrte Damen und Herren,

am 28.05.2026 präsentierten die Verfasser Prof. Dr.-Ing. Jochen Bredemeyer, Prof. Dr.-Ing. Jens Werner, OTL Roland Gietzen (LufABw) sowie Prof. Stefan Wald (als Unterauftragnehmer, Fraunhofer FHR) Teilergebnisse der Studie IHFR2024-LV. Die vorliegende Stellungnahme bewertet die methodische Konsistenz sowie die Aussagekraft der dargestellten Ergebnisse im Hinblick auf den aktuellen Stand der Technik und etablierte Bewertungsstandards.

Methodische Analyse der Simulations- und Messverfahren

- **Simulation mit FARAD:** Die in der Studie (Kap. 4.5) beschriebene elektromagnetische Simulation beschränkt sich ausschließlich auf die Modellierung bodennaher Reflexionen („Vorbelastung“). Das Ziel ist die Validierung der Antennen-Nachbildung durch den Abgleich mit messtechnischen Datenaufzeichnungen. Eine Bewertung der Einflüsse von Windenergieanlagen (WEA) auf das Ausbreitungsfeld erfolgt mit FARAD nicht. Folglich lassen die Ergebnisse dieser Simulation keine Rückschlüsse auf die Detektionsfähigkeit von Luftfahrzeugen (Lfz) zu.
- **Messtechnische Untersuchungen:** Die Aufzeichnungen an den Radaranlagen mittels des beschriebenen Zusatzgeräts erlauben ebenfalls keine Rückschlüsse auf die Effekte von WEA auf das nachgelagerte Ausbreitungsfeld. Die im L- und S-Band durchgeführten Messungen mit dem Forschungsflugzeug (gemäß Kap. 4.4) zur Bestimmung der Messunsicherheit lieferten keine belastbaren Ergebnisse und wurden daher in der Präsentation nicht weiter vertieft. Insgesamt erlauben die messtechnischen Untersuchungen der Studie somit keine Aussagen über den Einfluss von WEA auf die Detektionsfähigkeit und die Darstellung von Lfz.
- **Simulation mit FEKO:** Für die Bewertung von Windparkplanungen wird ein separates Verfahren des Fraunhofer FHR (FEKO) genutzt. Hierbei werden WEA auf SRTM-Gelände nachgebildet, um die Feldstärkeverteilung zu berechnen. Es ist festzustellen, dass die Signalverarbeitung entgegen bisheriger Aussagen nicht berücksichtigt wird. Die Ermittlung der Feldstärkeminderung erfolgt über die vereinfachte Radargleichung, wobei weitere relevante Radarparameter sowie die Signalverarbeitung unberücksichtigt bleiben.

3. Wissenschaftliche Einordnung und Bewertung

- **Mangelnde Modellierungstiefe:** Die FEKO-Simulation (Kap. 4.5.4.1) wurde in der Präsentation unzureichend erläutert. Es fehlen Angaben zur berücksichtigten Antennencharakteristik sowie zur wissenschaftlichen Einordnung der dargestellten Feldstärkeminderungen (1 bis 3 dB). Zudem ist eine Berücksichtigung der Topografie in den geplanten Vereinfachungen der Berechnungsmethode nicht erkennbar.
- **Vernachlässigung von Wechselwirkungen:** Die Dokumentation (Beispiel Windpark Kalkhorst) lässt keine Rückschlüsse auf die Distanz des Analysepunkts zum Sender oder den Umgang mit Bestandsanlagen in der Umgebung (z. B. in 20 km Entfernung) zu. Wechselwirkungen und gegenseitige Effekte im Richtungsbereich werden somit vernachlässigt. Die FEKO-Simulationen stellen lediglich isolierte Einflüsse von WEA auf das Fernfeld dar, ohne einen Vergleich zur Referenzsituation (ohne WEA) zu ziehen.
- **Physikalische Unzulänglichkeiten:** Die Anwendung der Physikalischen Optik (PO) zur Vereinfachung der Simulation führt dazu, dass Mehrfachreflexionen, Beugungen und Wechselwirkungen nicht mehr berücksichtigt werden. Dies resultiert in einer Überschätzung der Feldstärkeminderungen im Vergleich zur präziseren Momentenmethode (MoM). Zudem ist die Verwendung der veralteten SRTM-Daten als perfekt elektrisch leitende Oberflächen (PEC) kritisch zu bewerten. Für eine belastbare Simulation ist die Nutzung aktueller Geodaten (Auflösung 1 m) zur Generierung dielektrischer Oberflächenmodelle besser geeignet.
- **Referenz zu etablierten Kriterien:** In abgeschlossenen Studien von Airbus Defence and Space im Auftrag des Einsatzführungsdienstes der Luftwaffe sowie durch Sondervermessungen konnte der Zusammenhang zwischen den durch Analyseverfahren ermittelbaren Änderungen des elektromagnetischen Ausbreitungsfeldes und der Zielgröße der Erfassungswahrscheinlichkeit (P_d) des Radarortungssystems bereits wissenschaftlich aufgezeigt werden. Die von Airbus Defence and Space angewandten detaillierten Simulationen basieren auf diesen Studien und berücksichtigen die aktuell geltenden Kriterien zu messtechnisch feststellbaren Einflüssen im Rahmen gutachterlicher Untersuchungen an den LV-Radarortungssystemen.

Empfehlungen und Fazit

Für eine fachlich fundierte und reproduzierbare Bewertung von Windparkplanungen sind folgende Schritte essenziell:

1. **Messtechnische Verifikation:** Die aktuell verwendeten Simulationsverfahren zur Feldstärkeminderung müssen zwingend messtechnisch verifiziert werden. Ohne diese Verifikation fehlen die notwendigen Kriterien zur Einordnung der Ergebnisse.
2. **Integration der Erfassungswahrscheinlichkeit (P_d):** Wie in der Präsentation aufgezeigt, können an den Radarstandorten mittels SASS-C Random-Traffic-Aufzeichnungen zur Ermittlung der Entdeckungswahrscheinlichkeit genutzt werden. Diese Daten sollten in künftigen Schritten verwendet werden, um die in den Simulationen ermittelten Änderungen des Ausbreitungsfeldes mit der Zielgröße der Erfassungswahrscheinlichkeit (P_d) zu korrelieren um analog zu bisherigen Studien von Airbus Defence and Space die Kriterien definieren zu können.

3. **Topografische Genauigkeit:** Ein vereinfachtes Prognosetool, das die Topografie und die dielektrischen Eigenschaften des Geländes vernachlässigt, ist für spezifische Windparkplanungen nicht geeignet.

Fazit: Das angestrebte vereinfachte Prognosetool eignet sich lediglich für eine erste qualitative Vorprüfung (Screening). Für ein belastbares Bewertungs- und Nachweisverfahren im Rahmen von Genehmigungsverfahren sind detaillierte elektromagnetische Simulationen erforderlich, die das Gelände, die Wechselwirkungen zwischen WEA unter Anwendung exakter numerischer Verfahren (z. B. MoM) und unter Einhaltung der etablierten Kriterien vollumfänglich abbilden.

Eine Einschätzung der Auswirkungen auf die Zulassung von Windenergieanlagen ist mangels messtechnischer Verifikation der Simulation und Einordnung der Ergebnisse nicht möglich.

Wir hoffen Ihnen mit unseren Ausführungen zu der oben genannten Studie geholfen zu haben. Wenn Sie Fragen zur fachlichen Einschätzung haben sollten, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Dipl.-Ing. (FH) Michael Gottschalk
Airbus Defence and Space GmbH

Einige Anmerkungen zu den Referenzdokumenten und der zugehörigen Besprechung („Expertenaustausch 28.05.2026 am LVR-THF in Berlin-Tempelhof“)

Referenzdokumente

1. **Einfluss von WEA auf Radaranlagen des EinsFüDst (PA913); Studie/Abschlussbericht** IHFR2024-LV Bredemeyer, Werner , 63 Seiten, 22.11.2024
2. **IRS2025 Publikation** Bredemeyer, Wald, Werner, Weinmann; Hamburg, 7 Seiten
3. **Vortragsfolien Expertenaustausch** Bredemeyer 28.05.2026, 34 Seiten

Ziel der Studie /1./

„Erarbeitung eines Simulations-Tools zur **Prognose** von Effekten von geplanten WEAs auf LVR der BW“ (L-Band HADR, RRP117, RAT31; S-Band Thales GM407F) auf der Basis von Messungen an den LVR.

Es ist relevant festzustellen, dass diese jeweils geplanten WEAs noch nicht existieren und deshalb Messungen der Effekte auf die LVR (**Luft-Verteidigungs-Radar**) nicht vor der Errichtung möglich sind und deshalb grundsätzlich hinreichend realistische Simulationen der zu erwartenden Feldeffekte durchgeführt werden müssen. Andererseits gibt es in der (näheren) Umgebung für die meisten LVRs eine große Zahl von auch großer WEAs, deren Effekte den Betreibern der LVRs grundsätzlich bekannt sind und offensichtlich akzeptabel sind.

Anspruch der Studie: „Neuartigkeit“

In den Referenzdokumenten wird der Anspruch der Neuartigkeit der Vorgehensweise gegenüber den „bisherigen Methoden“ so definiert, indem „Messungen“ zur Bestimmung des Erregerfelds am Ort der geplanten WEAs „komplementär“ genutzt werden.

IRS2025: A new method, based on complementary measurements and electromagnetic simulations, uses existing reference reflectors to generate a field strength distribution in these areas.

Mit Hilfe von **ZF-Messungen** am jeweiligen LVR für existierende Referenzreflektoren sollen die Felder am Ort der geplanten WEAs also generiert werden. Das genaue komplexe 3D-Streuverhalten der sogenannten Referenz-Reflektoren (z.B. Sendemasten, Hochhäuser, existierende WEAs) ist im Allgemeinen unbekannt und müsste seinerseits ggf. modelliert und simuliert werden. Dieses Vorgehen ist sicher nicht deterministisch und deren Genauigkeit weitgehend unbekannt.

Es wird damit suggeriert, dass diese neue Vorgehensweise einzigartig neu, besser und genauer ist und einen neuen Stand der Technik definieren würde, die dann andere Gutachter nicht zur Verfügung hätten.

Bei dem Expertenaustausch (28.05.26) wurde nun kritisch hinterfragt und festgestellt, dass die Terrainmodellierung bei der vertikalen Polarisation aus Metall erfolgt und keine sehr wichtigen Vegetations- und Wettereffekte berücksichtigt würden bzw. werden könnten – wie z.B. Wälder. Ein dichter Hochwald oder eine dichte Vegetation ist für die LVR aber ein guter Absorber, so dass das metallisch angenäherte Gelände unrealistisch ist und zu unrealistischen Erregungen der WEAs führt.

Es wird weiter kritisch festgestellt, dass dieses metallische Terrainmodell nicht besser zu sein scheint als die Näherung eines flachen Erdbodens mit Materialparametern und angepassten Dämpfungs-faktoren aufgrund von Rauigkeit etc.

Weiter wurde erfragt, dass die WEAs inkl. der Blätter vollständig aus Metall modelliert sind und nicht berücksichtigt wird, dass die Blätter ganz überwiegend aus nichtmetallischem GFK („Glasfaser verstärkter Kunststoff“) und einem drahtförmigen metallischen Blitzableiter bestehen. Damit werden potentielle Effekte deutlich übertrieben. Es wird in den Referenzdokumenten kein interpretierbares 3D-Modell einer WEA gezeigt.

Bei dem Expertenaustausch (28.05.26) wurde nun weiter kritisch erfragt und festgestellt, dass diese Messungen auf der ZF-Ebene des LVR **nur** genutzt werden, um das Simulationstool für die Erregerfelder anhand von Referenzreflektoren zu „validieren“. Die Validierung eines Softwaretools ist ein üblicher trivialer Vorgang und kann nur sehr bedingt allgemein für die Validierung und Korrektheit einer Simulation für einen neuen unbekannten Fall einer WEA oder eines Windparks genutzt werden.

Neben den Modellierungsfragen wird kritisch festgestellt, dass diese gezeigte Validierung des Simulations-„Tools“ nicht schlüssig und hinreichend ist und erst recht kein validiertes komplexes Erregerfeld am Ort der geplanten WEAs bestimmt wird. Die qualitative Sichtbarkeit und Identifizierbarkeit der Referenzreflektoren (Sendemast, Windpark aus 13 WEAs) in den Messungen und Simulationen am Aufbauort ist ebenfalls nur notwendig und nicht quantitativ hinreichend. Es wird weiter kritisch angemerkt, dass mit (skalaren) Messungen auf der ZF-Ebene des LVR keine komplex vektoriellen Erregerfelder (mit Betrag/Amplitude, absoluter Phase und Feldvektorrichtung) am Ort der zu untersuchenden WEAs bestimmt werden können, die man zur Simulation der (Rück-)Streuung an den WEAs oder für das Forward-scatter aber braucht und deshalb die neuartigen „komplementären Messungen“ kritisch kommentiert werden. Die Simulationsergebnisse selbst können hierdurch nicht validiert werden, wie das suggeriert wird.

Es sei als Kommentierung des Anspruchs der behauptet neuartigen Methodik auf die Vielzahl der nationalen und internationalen Publikationen auch des Verfassers für numerische 3D-Simulationen von WEAs für Primärradare seit etwa 2006/2007 hingewiesen.

Simulation von Radarparametern:

Die Dokumente und die Präsentation werden auf Nachfragen hin so interpretiert, dass offensichtlich folgende beiden Parameter mit den elektromagnetischen Simulationen ermittelt werden sollen:

1. Die potentielle Feld-Dämpfung durch die WEAs hinter den WEAs und damit eine gewisse Reduzierung der Reichweiten. Dies ist grundsätzlich eine physikalische Fragestellung und erfordert eine hinreichend korrekte Modellierung der Radarabstrahlung und des

Streuverhaltens der WEAs.

Es wurde vom Verfasser angemerkt, dass die WEAs selbst keine Feld-Absorber sind und sich hinter den WEAs ein typisches Interferenzmuster mit konstruktiven Maxima und destruktiven Minima um einen wenig beeinflussten Mittelwert des azimutalen Antennendiagramms herum ergibt.

2. Die potentiellen Winkelfehler durch die jeweils geplanten WEAs auf die Monopulsauswertung der LVR. Diese wird typisch durch die Signalverarbeitung der von den WEAs beeinflussten LVR-Summen- und Differenzdiagramme (Σ , Δ) ermittelt.

Derartige Simulationen wurden von dem Autor seit etwa 2005 in einer Vielzahl von Windparks durchgeführt und deren technischen Aspekte/Probleme in einer Vielzahl von internationalen Publikationen auch für Radar veröffentlicht.

Schutzbereich, Interessensgebiet, Spezifikationen

Für die LVR wurden von der BW allgemein zwei zu schützende Bereiche definiert („Umdruck 51 2008“ und Folgedokument und neuer Umdruck **A2-950/0-0-22** 2015)

- **„Schutzbereich“** Radius 5km (Tempelhof und Erndtebrück 2,5km)
Es sei angemerkt, dass es z.B. für das LVR Auenhausen 5 WEAs gibt, die deutlich innerhalb dieses Schutzbereichs bei nur etwa 2km liegen. Weiter liegen z.B. für das LVR Brockzetel einige WEAs innerhalb von 5km. Trotzdem scheinen diese beiden Radare grundsätzlich noch auf der Basis der in den LVR integrierten Signalverarbeitungseigenschaften (z.B. (Boden-)Clutterunterdrückung MTI/MTD, Clutter-Maps (adaptiv; Boden, Doppler), RAG-maps, track-inhibit maps) hinreichend zu funktionieren.
Es ist nicht bekannt, auf Grund welcher Spezifikationen und welcher Methodik der „Schutzbereich“ definiert wurde. Es ist aus gutachterlicher Sicht aber verständlich, wenn heutige große WEAs innerhalb von 5km eher problematisch sind.
Es sei auch erwähnt, dass im ursprünglichen Schutzbereich von 5km in Berlin um das LVR-THF auch eine größere Zahl von Hochhäusern existiert, die deutlich höher als das LVR THF sind. Diese werden eine größere Feldreduktionswirkung als eine große WEA in gleicher oder größerer Entfernung generieren.
- **„Interessensgebiet“** Radius 50km (zunächst 35km) ohne formale Höhenbeschränkungen
Es ist nicht bekannt, auf Grund welcher Spezifikationen und welcher Methodik das „Interessensgebiet“ definiert wurde – insbesondere hinsichtlich der Vergrößerung von 35km auf 50km. Dieser Radius von 50km lässt grundsätzlich zu, dass eine WEAs noch in 50km Entfernung von der BW abgelehnt werden kann, ein Hochhaus ähnlicher Höhe aber akzeptiert wird. Dies wird grundsätzlich kritisch gesehen, auch weil innerhalb von 50km bei einigen LVRs sicher Hunderte von auch großen WEAs existieren (z.B. Brockzetel, Auenhausen, Lauda-Königshofen) - zig-WEAs liegen sehr wahrscheinlich bei sehr vielen der 18 LVRs innerhalb von 50km – selbst innerhalb von 35km.
Alle diese WEAs innerhalb von 50km tragen zu der in den Referenzdokumenten definierten „Vorbelastung“ bei. Eine auch sehr große WEA wird in diesen großen Entfernungen nur sehr geringe Streueffekte und Reduktionswirkungen zeigen, besonders im Mittelwert

des Interferenzmusters. Auch die Monopulsfehler werden in den großen Entfernungen aufgrund physikalischer Fakten nur noch sehr klein sein und vergleichbar mit den in der Signalverarbeitungskette immer vorhandenen radar-internen Toleranzen für die Radarsignale und die existierenden Amplitudenfluktuation und „Jitter“-Signale, mit denen das LVR anhand der Signalverarbeitungs- und Filtereigenschaften (z.B. Kalmanfilter) „leben“ kann.

Es ist unbekannt, welche technischen **Spezifikationen** die BW über die formalen Schutzbereichsdefinitionen hinaus anwendet.

In der Vergangenheit und möglicherweise auch heute noch wurden formale Kriterien angewendet:

- Zulässige Reduktion der Reichweite durch „Abschattung“ ($\leftrightarrow$ 96.5%?) ermittelt durch vom Gutachter nicht gestützte „Feldberechnungen“. Es ist unbekannt, woher dieses Kriterium stammt und wie dieses Kriterium abgeleitet und schlüssig begründet wurde.
- Zulässiger Seitenwinkel $>0.3^\circ$ Dieses Kriterium ist nicht relevant und technisch schlüssig verifizierbar (Greving, ICEAA2024). Es ist ebenfalls unbekannt, woher dieses Kriterium stammt und wie dieses Kriterium abgeleitet und technisch schlüssig begründet wurde.
- Empfohlene Positionierung einer 2. WEA auf einem Radial ($d < 2 \times \text{Rotordurchmesser}$)
Die Idee mag sein, die zweite WEA in den Schatten der ersten WEA zu stellen
Diese Bedingung ist aber tatsächlich operationell und praktisch nicht sinnvoll/wirksam, wie dies durch systematische Feldberechnungen vom Gutachter gezeigt (ICEAA2024) wurde. Diese Abschattung ist effektiv nur bei völlig unrealistisch kleinen Abständen.

Es ist offen, welche Relation diese „alten Kriterien“ zur jetzigen Studie haben und welche Konsequenzen diese in Zukunft haben.

LVR, milRadnet; Redundanz:

Die 18 LVR in Deutschland bilden ein Radarnetz („milRadnet“) mit hochredundanten vorteilhaften Eigenschaften, die von der BW zwar z.B. für das Luftlagebild besonders in Friedenszeiten ausgewertet werden – aber offensichtlich nicht vorgesehen ist, diese Redundanz zum Vorteil für die Akzeptanz der WEAs zu verwerten. Dies wird vom Gutachter kritisch gesehen.

Clutter:

Die operationellen sich drehenden WEAs wie z.B. auch fahrende Kfz gehören als Objekte auf dem Boden zum „Clutter“ („Bodenclutter“; Falschziele). Das „Clutter“ und dessen wirksame Eliminierung durch Dopplerfilterung und hierzu auch die Radareigenschaft einer „subclutter-/interclutter-visibility“ in dB (typisch 30dB bis 50dB; „Barton 1964/1988; Meikle 2001) sind elementarere Standard-Qualitätsparameter eines heutigen modernen LVR-Primärradars.

In dem gesamten Bericht kommt der Begriff „Clutter“ nur 1x in Verbindung mit „Clutter-map“ vor. Dies wird kritisch gesehen. Die Clutter-map wird als nicht hilfreich für diese Studie

abqualifiziert, ist aber sehr wichtig für die Effekte von WEAs auf das LVR. Jedes moderne LVR hat hochwirksame teils adaptive (Clutter)-maps (z.B. MTI/MTD, Doppler, RAG, track inhibit, ...).

Das weitgehend digitale LVR Thales GM406 reklamiert in öffentlichen Broschüren eine besondere Resistenz ihres LVR für WEAs.

Das Clutter (=“back-scatter“) einer WEA besteht aus einem starken, statischen Back-Scatter-Anteil vom Mast und dem Maschinenhaus an dem **bekannten Ort** (mit der Dopplerfrequenz =0Hz) und bei Rotation der Blätter aus einem (zusätzlichen) Doppler-Spektrum an dem gleichen bekannten Ort mit charakteristisch symmetrischen positiven und negativen Doppler-Frequenzen.

MTI/MTD:

Alle heutigen LVRs (RRP117, GM406F, HADR; RAT31) haben zur Unterdrückung des statischen und Doppler-Bodenclutters (z.B. Autos, Wellen, bewegte Bäume) und zur Identifizierung von sich bewegenden Objekten eine effektive MTI/MTD-Filterung der Radar-Rohdaten. Die Effektivität dieser Filterung und dessen intelligenter Analysestand ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal eines LVR.

In dem gesamten Bericht kommt der Parameter MTI aber nur ein einziges Mal auf S.30 vor – und wird auch als nicht relevant und nicht brauchbar für die Bestimmung der „Vorbelastung“ im Rahmen dieser Studie qualifiziert. Entsprechend kommen auch moderne Radarmerkmale der „subclutter visibility“ und „interclutter visibility“ in der „Studie“ nicht vor.

Dies wird vom Gutachter kritisch gesehen.

Vorbelastung:

Die messtechnische Erfassung der „Vorbelastung“ an dem Ort einer zu untersuchenden WEA wird als behauptet **neue** Kernaufgabe dieser Studie dargestellt. Als Kriterium wird die sich bei Einbeziehung von (**Referenz**-)Reflektoren und des Bodens („Terrain“) einstellende Feldverteilung am Ort der WEA genannt. Der Boden („Terrain“) wird **voll-metallisch und „höhegeformt“** ohne jede sonstige Materialeigenschaften modelliert. Dieses Terrainmodell wird als wenig realistisch nicht gestützt und als nicht „besser“ als ein flacher Boden mit Materialparametern und Rauigkeitsannahmen (=Dämpfung) beurteilt.

Es scheint so, als ob diese Studie davon ausgeht, dass diese Vorbelastung am Ort der zu untersuchenden WEA in dem Radar auf der **ZF-Ebene** physikalisch sinnvoll und vollständig gemessen werden könnte und dann zur Überlagerung mit dem Radarsignal bei der Simulation genommen werden könne. Diese Vorstellung bzw. dieser Vorschlag wird kritisch gesehen, da die Feldüberlagerung von mehreren bzw. vielen Faktoren ein komplex-vektorieller Prozess ist.

Es geht auch auf der ZF-Ebene selbst die wichtige eindeutige absolute HF-Phase verloren. Die Radarantenne wirkt für die reflektierten Felder auch als Polarisationsfilter. Die Backscatter-Anteile eines Referenzreflektors können klein oder groß in Richtung des LVR sein (siehe Hochhaus in Lübeck) und umgekehrt in Richtung der zu untersuchenden WEA. Das Scattering-Pattern eines Objekts ist wiederum grundsätzlich ein komplexes, vektorwertiges, dreidimensionales 3D-Diagramm und kann sicher auf der ZF-Ebene tatsächlich nicht hinreichend erfasst werden.

Vom Verfasser wurde die Erregung einer WEA unter Einfluss des Erdbodens gezeigt (z.B. Greving et.al. IRS2007 Fig.5; <http://www.navcom.de/irs2007pt.pdf>)

RCS:

Das RCS (Radar Cross Section) einer WEA wurde im Bericht als bekannter Radarparameter und als „bisheriges“ Verfahren referenziert.

Es sei jedoch nachdrücklich festgestellt, dass das RCS für eine **WEA über Grund nicht definiert** ist (Greving et.al. IRS2007 <http://www.navcom.de/irs2007pt.pdf>) und für WEAs grundsätzlich nicht quantitativ genutzt werden darf. Das RCS ist grundsätzlich per definitionem nur für eine Erregung durch eine ebene Welle definiert, die bei einem Objekt über Erdboden wie einer WEA ganz sicher nicht gegeben ist. Es ist stattdessen eine 3D-Modellierung der WEA und eine 3D-Berechnung des Streuverhaltens der WEA erforderlich.

Rotorblätter:

Die **Rotorblätter** bestehen ganz überwiegend aus dielektrischem GFK-Material und einem integrierten metallischen drahtförmigen Blitzableiter.

In dem gesamten Bericht kommt der Begriff „Blitzableiter“ aber nicht vor. Es wurde als Konsequenz also offensichtlich mit einem nicht gültigen Simulationsmodell gerechnet. Der „back-scatter“ und auch der „forward-scatter“ sind dadurch zu groß und die sich ergebenden Effekte sind damit zu groß.

Es scheint auch aufgrund der Fragestellungen und der Antworten am 28.05.26 so, dass den Studienautoren diese WEA-Eigenschaften und dessen Konsequenzen offensichtlich nicht hinreichend bekannt waren.

Zusammenfassung und Vorschläge:

Die reklamierten Vorteile und die reklamierte Neuigkeit werden vom Gutachter kritisch gesehen. Einzelne Punkte wie die Messfähigkeit der für die „neue Methodik“ wahrscheinlich notwendigen absoluten HF-Phase durch Messungen auf der ZF-Ebene für die Bestimmung der Erregerfelds am Ort einer geplanten WEA werden vom Gutachter ebenfalls wie ausgeführt nachdrücklich nicht gestützt. Der immense Aufwand für diese „neue Methode“ sind nach Beurteilung durch den Gutachter nicht zielführend und nicht gerechtfertigt.

Es ist vom Gutachter auch nicht akzeptierbar, dass diese behauptet „neue Methode“ offenbar als gesetzlich oder praktisch verpflichtend hingestellt wird. Dies würde die Vorgehensweise eines öffentlich bestellten und vereidigten Gutachters definieren und vorschreiben und damit der gesetzlichen Sachverständigenordnung grundsätzlich widersprechen.

Die gewünschten Vorschläge zur Verbesserung der Studie können von einem „Mit-Gutachter“ verständlicherweise nicht gegeben werden. Ggf. können die Autoren und Gutachter der Studie die gelisteten kritischen Punkte auswerten und verwerten.

Steinheim, 08.06.2026 V1 / 16.06.2026 V2 / 15.09.2026 V3

Dr.-Ing. Gerhard Greving
NAVCOM Consult
Ludwigsburgerstr. 23
71711 Steinheim adM
Tel.: 07144 862560
<http://www.navcom.de>
navcom.consult@t-online.de

