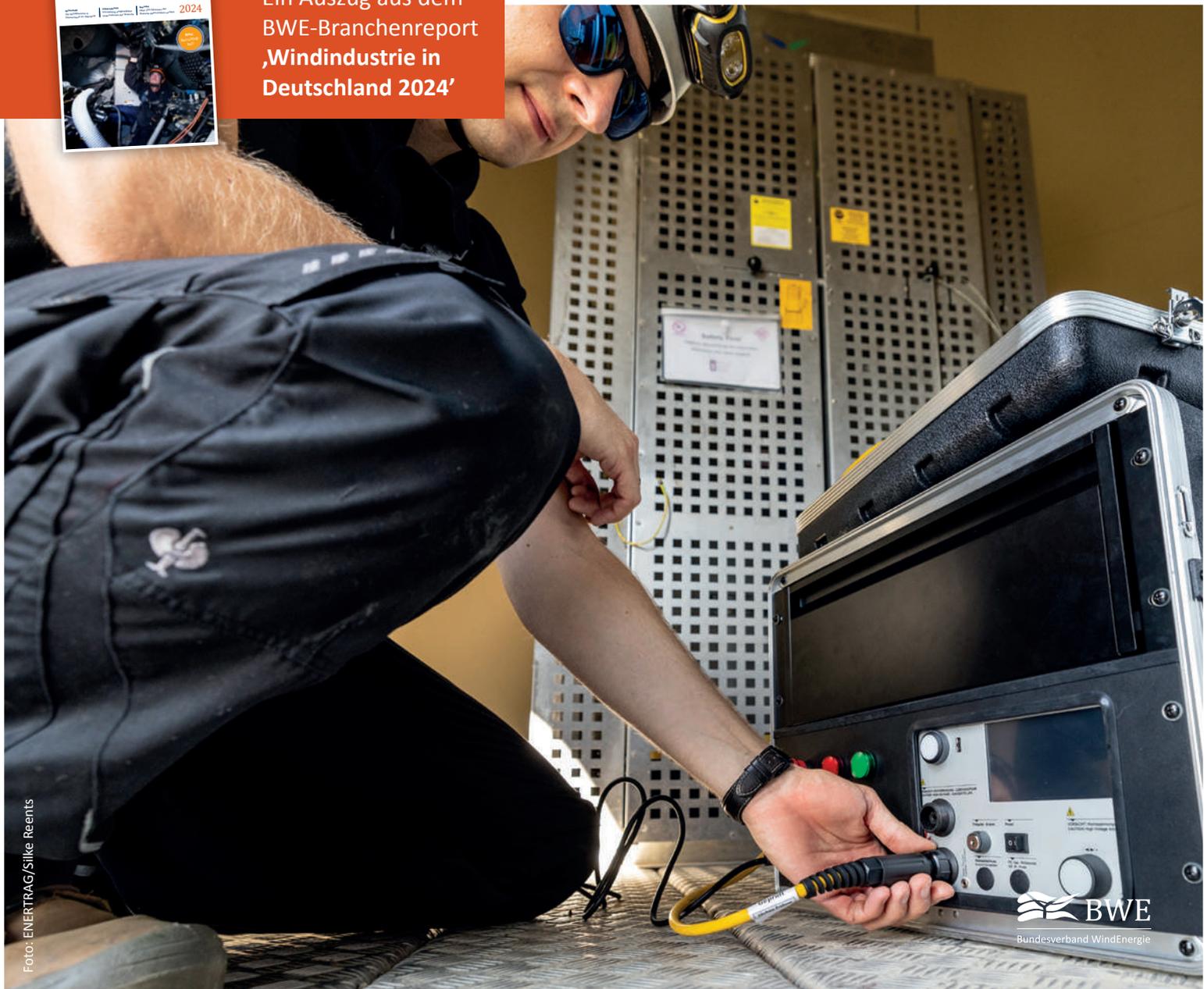


ip INNOVATIVE PROJEKTE für den deutschen Windmarkt

Auf den folgenden Seiten präsentieren sich Unternehmen, die mit neuen Produkten, Verfahren oder Methoden für die Weiterentwicklung der Windindustrie sorgen.



Ein Auszug aus dem
BWE-Branchenreport
,Windindustrie in
Deutschland 2024'



Durch Retrofit zu mehr Ertrag

Nur zwei Arbeitstage dauerte es, dann hatte Bachmann drei Mitsubishi-Windanlagen vom Typ MWT-1000A fit für die Zukunft gemacht. Möglich war das durch eine innovative Retrofit-Lösung, die dem Betreiber spürbar mehr Ertrag beschert.



Abb. 1: Durch Retrofit können Windanlagen für einen Betrieb über die Zehn-Jahres-Grenze hinaus fit gemacht werden. Bachmann wurde für seine Retrofit-Lösungen preisgekrönt.



„Mit der Retrofit-Lösung von Bachmann bleiben Energieversorger wettbewerbsfähig, indem sie die Produktivität erhöhen und die Anlagenlebensdauer verlängern.“

Gabriel Schwanzer, Director Business Unit Wind / Energy bei Bachmann.

Der Betrieb älterer Windenergieanlagen ist aufwändig und teuer: Unproduktive Stillstandzeiten durch Ausfälle und Wartungsarbeiten häufen sich, Ersatzteile sind unter Umständen nicht mehr verfügbar. Zudem sind Zugriffs- und Parametriermöglichkeiten begrenzt. Die Erträge sinken. „Mit der Retrofit-Lösung von Bachmann bleiben Energieversorger wettbewerbsfähig, indem sie die Produktivität erhöhen und die Anlagenlebensdauer verlängern“, erläutert Gabriel Schwanzer, Director Business Unit Wind / Energy bei Bachmann.

Im Falle der aufgerüsteten Mitsubishi-Anlagen sorgte das Retrofit dafür, dass eine komplette Abschaltung durch eine präzise Regelung jeder einzelnen Anlage nicht mehr nötig ist. Bei 30 Prozent geforderter Parkleistung steigt der Stromertrag jeder modifizierten Anlage des Windparks um beachtliche 44 Prozent, bei 70 Prozent geforderter Leistung immer noch um 17 Prozent.

Bei seinen Retrofit-Lösungen setzt Bachmann auf Skalierbarkeit und kundenorientierte Optimierung: **CMSadvanced** ist modular erweiterbar und liefert die ganze Bandbreite des Condition Monitoring für alle Bereiche einer Windenergieanlage. Mit **CMScompact** können die Kunden eine

kostengünstige Lösung für die Basisüberwachung von mechanischen Triebstrangkompponenten nutzen.

CMScompact dient der Daten-Aggregation und -Übergabe an das Bachmann-WebLog-Interface, wo alle Berechnungen stattfinden.

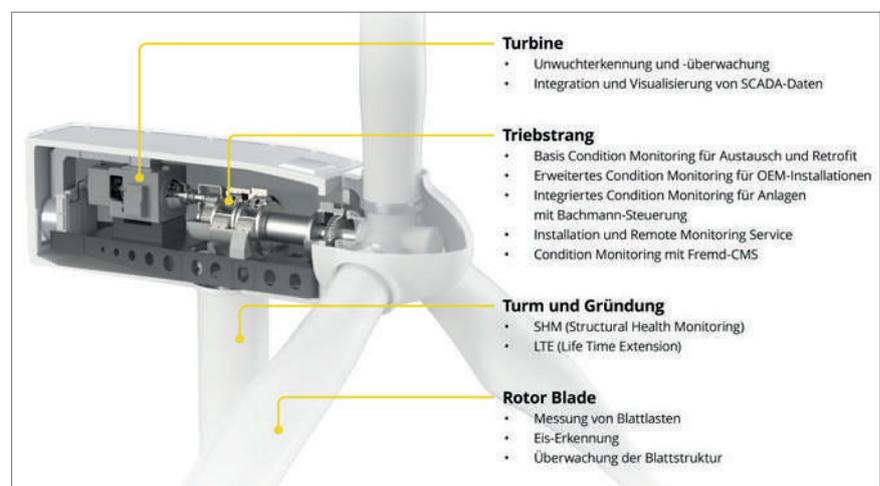


Abb. 2: Turbine, Triebstrang, Turm und Gründung sowie Rotor: Das sind die Komponenten, an denen Bachmann nach einem Retrofit die Betriebsparameter einer Windanlage überwachen kann.

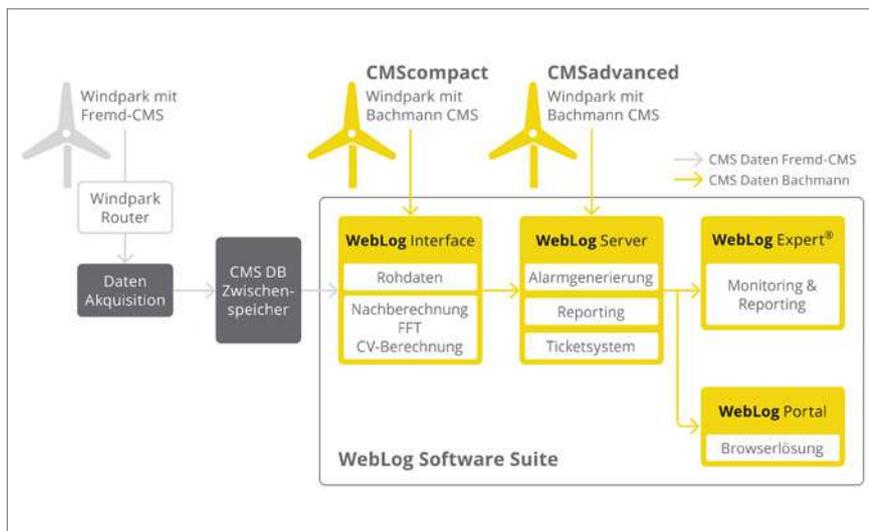


Abb. 3: Bei CMScompact geschieht die Verarbeitung der gesammelten Rohdaten im WebLog-Interface. Dagegen werden die Daten bei CMSadvanced bereits auf der Anlage vorverarbeitet, so dass der WebLog-Server sofort einen Alarm generieren oder einen Bericht erstellen kann.

CMSadvanced hingegen übernimmt Berechnungen bereits onboard, so dass Zustandsinformationen direkt zur Steuerung der Anlagen genutzt werden können, um beispielsweise durch einen schnellen Eingriff die Komponenten zu schützen.

Dieser modulare Ansatz für Regelungs-Nachrüstungslösungen ist preisgekrönt: Bachmann wurde dafür mit dem **WEU O&M Excellence Award** als beste technologische Innovation für Windkraftanlagen ausgezeichnet.

Der grundsätzliche Ablauf eines Retrofits ist wie folgt: Zunächst wird eine Bestandsaufnahme der Anlage gemacht und die

Performance gemessen. Dann folgt die Analyse der Daten- und Kommunikationsschnittstellen. Optimierungspotenziale werden ermittelt. Im Anschluss geschieht die Implementierung der Steuerungs-Software, I/O- und Eventlisten sowie Lastberechnungen mit dem Wind Turbine Template (WTT) von Bachmann. Nach diversen Testprozeduren mit Software in the Loop (SIL) sowie Hardware in the Loop (HIL) wird das vorbereitete System vor Ort installiert und in Betrieb genommen.

Die bestehende Turbineninfrastruktur wird beim Retrofit bestmöglich genutzt: Vorhandene Sensoren und Aktoren werden möglichst weiterverwendet, störungsanfällige oder veraltete Komponenten dagegen

ersetzt. Wie bei Bachmann üblich werden die neuen Steuerungsmodule zudem vorab werksseitig unter extremsten Bedingungen einer 48-stündigen Prüfung unterzogen.

Nach dem Retrofit liegt die Erkennungsrate bei Störungen am Antriebsstrang bei beachtlichen 99 Prozent. Da sämtliche Hardware-Nachrüstungen und Software-Anpassungen im Voraus geplant und konfiguriert werden, muss der Betrieb für die Umsetzung nur wenige Tage unterbrochen werden.

Fazit

Bachmann bietet Retrofit-Lösungen, die es Energieversorgern ermöglichen, ältere Anlagen wettbewerbsfähig weiter zu betreiben. Dazu werden die Anlagen im Rahmen eines Retrofit mit modernster Steuerungstechnik ausgestattet. Folge: Die Produktivität steigt und die Anlagenlebensdauer verlängert sich. Dafür wurde Bachmann mit dem WEU O&M Excellence Award als beste technologische Innovation für Windkraftanlagen ausgezeichnet.

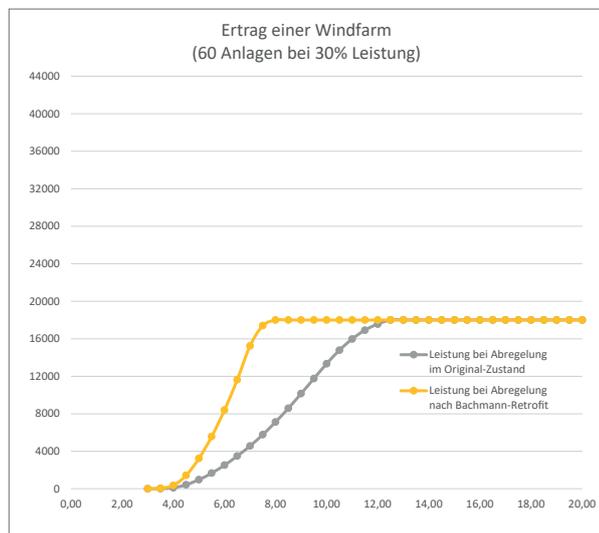


Abb. 4: Das Diagramm zeigt die Leistung von 60 Mitsubishi-„MWT-1000A“-Anlagen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei 30 Prozent Park-Leistung. Ausgehend von einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit nach IEC-Norm von 8,5 m/s ergibt sich nach dem Retrofit ein 44 Prozent höherer Strom-Ertrag.

Projektübersicht

Standort	Bachman electronic GmbH Kreuzäckerweg 33 A-6800 Feldkirch Telefon +43 (0)5522 3497 0 E-Mail info@bachmann.info Web www.bachmann.info
----------	--

bachmann.

Sie interessieren sich für das Projekt und wollen erfahren, wie Ihre Gemeinde oder Ihr Unternehmen davon profitieren kann? Sprechen Sie uns an. Unseren Kontakt finden Sie im **Firmenprofil auf S. 126** ►

In 365 Tagen zum Serieneinsatz

Windpark Norra Hunna: Die Rotorblätter der Siemens SWT 4.1 befinden sich in Mercedes-Stern-Position, die 2in1 LPS Inspection wird vorbereitet. Matrice 300 heißt die neue Mitarbeiterin von ENERTRAG Betrieb, Höhenangst kennt sie nicht.



Die visuelle Drohneninspektion erstellt Bildmaterial in HD-Qualität, so können Schadstellen im Bereich von 1–2 mm identifiziert werden.
© ENERTRAG / Silke Reents

Aus Multi-Stop wird Single-Stop

In der akkreditierten Inspektionsstelle von ENERTRAG Betrieb eingeführt und im Jahr 2022 vom TÜV Nord validiert, wird in enger Abstimmung mit den eigenen Inspektoren auf Hochtouren weiterentwickelt. Bisher wird jedes Blatt einzeln in 6-Uhr-Position befliegen. Mit der neuen Single-Stop-Variante wird der Rotorstern auf 12 Uhr ausgerichtet und alle Rotorblätter nacheinander abgeflogen. Durch die neue HP-Variante der SSL-Drohne wurde die Position von Kamera und Feldstärkemessgerät verändert und ein neuer Flugalgorithmus entwickelt. Dies macht den Beflug im Single-Stop-Modus erst möglich.

Die direkte Inspektionszeit lässt sich so von ungefähr einer Stunde pro Windenergieanlage auf nur 15 Minuten reduzieren. Infolgedessen entfällt sowohl das aufwendige Drehen des Rotors, bis sich das jeweils nächste Rotorblatt in 6-Uhr-Position befindet, als auch das mehrfache Starten und Landen der Drohne.

Anschlusskomplexität vereinfacht

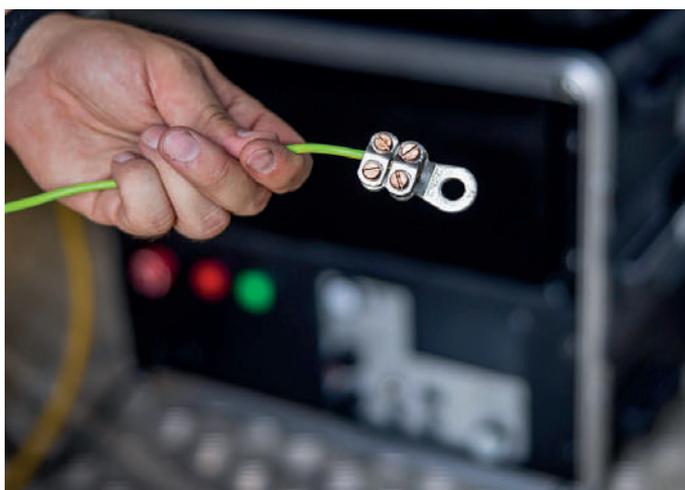
Ein weiterer wichtiger Baustein war es, die Anschlusskomplexität zu reduzieren, denn je nach Technologieausrichtung und Anlagenhersteller gibt es unzählige Varianten. Aktuell wird im Unternehmen in Flach- und Ringadapter sowie dem An-

schluss via Prüfspitze unterschieden, damit der Einsatz im Windfeld möglichst schnell und anwenderfreundlich geschehen kann. Zudem wird der Adaptereinsatz auf das neue Single-Stop-Flugverfahren der Drohne ausgerichtet. Dafür sind drei Adapter je Windenergieanlage notwendig, da diese dann gleichzeitig im Einsatz sind. Hierfür wird eine neue Kabeltrennstelle ins System inkludiert, um das zu transportierende Material gering zu halten und gleichzeitig Kosten zu sparen. Die erprobten Adaptertypen werden aktuell für eine Serienproduktion vorbereitet und zu einem handlichen LPS-Adapterset zusammengefasst.



„Wir führen unsere Weiterentwicklung kontinuierlich als Lessons Learned aus dem Tagesgeschäft durch. Unsere wichtigsten Entwicklungspartner sind dabei die eigenen Inspektoren, auf deren Bedarfe wir das neue System abstimmen. Das Ergebnis dieser Arbeit lässt sich gut an unseren drei Neuentwicklungen Single-Stop-Flight, LPS-Box und LPS-Adapter darstellen, die für genau diese Maxime stehen. Mit diesen Endprodukten sind wir ebenfalls gut gerüstet für die Ausrichtung auf ein Lizenzmodell, da diese drei Komponenten nun kompakt und anwenderfreundlich sind.“

Matthes Schachtner, Leiter Technische Dienste bei ENERTRAG Betrieb



Für den unkomplizierten Einsatz im Windfeld. Hier: Ringadapter.
© ENERTRAG / Silke Reents



Kabelsalat war gestern: Die neue LPS-Box besticht durch robustes, aber dennoch schlankes Design und eine einfache Bedienung.
© ENERTRAG/Silke Reents

Hardwareumfänge reduziert

In einem weiteren Schritt standen robustes Design, anwenderfreundliche Bedienung und eine effiziente Integration in bestehende Arbeitsprozesse im Vordergrund. Denn für eine bessere Transportlogistik musste auch die Hardware deutlich schrumpfen. So wurde die Drohne mit einem neuen Feldstärkemessgerät ausgestattet. Zudem ist ein kleinerer Frequenzwandler entstanden, der Bestandteil einer neuen, vollintegrierten LPS-Box ist, die alle anderen Funktionen inkludiert. Das erforderliche Equipment kann so mit dem Team im Lift mitgeführt und der Einsatz eines Krans in einem gesonderten Arbeitsschritt umgangen werden.

Fazit

Was als innovatives Konzept begann, bietet Betreibern heute den effizienteren und exakteren Weg, die Rotorblattinspektion inklusive Blitzschutzprüfung zu vereinheitlichen und weiterhin die Obliegenheitserfüllung für den Versicherer zu gewährleisten. Für Matthes Schachtner und sein Team ist nach über 300 absolvierten Drohnenflügen innerhalb eines Jahres klar: Mit den hier vorgestellten Prototypen zeichnet sich das Endprodukt der 2in1 LPS Inspection deutlich ab. Es ist komfortabel einzusetzen, integriert sich hervorragend in die Inspektionstätigkeiten bei der Arbeit an Windenergieanlagen und bietet Problemlösungen für Großanlagen, für die es bisher keine Antworten gab.

Projektübersicht

Initiator	ENERTRAG Betrieb GmbH
Durchführung	ENERTRAG Betrieb GmbH + Sulzer & Schmid Laboratories AG
Zahlen, Daten, Fakten	Die 2in1 LPS Inspection wird seit Mai 2022 als Dienstleistung am Markt angeboten. Zum Herbst 2023 wurden Verfahren und Hardware weiter optimiert und bereits über 300 Drohnenflüge absolviert. Die Drohneninspektion wird seitdem auch als Lizenzmodell angeboten.
Projektstatus	Abgeschlossen
Standort	Dauerthal



Sie interessieren sich für das Projekt und wollen erfahren, wie Ihre Gemeinde oder Ihr Unternehmen davon profitieren kann? Sprechen Sie uns an. Unseren Kontakt finden Sie im Branchenverzeichnis auf S. 242. ►

New Age für Anrainerstrom

Anrainerstromtarife werden zu einem zentralen Instrument der sozialen Beteiligung in den Erneuerbaren. REZ hat in der Kooperation mit Naturstrom ein neues, einfaches und leicht übertragbares Konzept entwickelt.



REZ hat mit Naturstrom ein Rundum-Konzept entwickelt, das Anrainer adäquat beteiligt. © Jörg Weusthoff



Ziel der REZ-Innovation: Bürokratie und Kosten auch bei großen Projekten klein halten. © Jörg Weusthoff

Die Regenerative Energien Zernsee GmbH & Co. KG hat seit 2015 verschiedene Anrainerprojekte für die MLK Gruppe realisiert. Darunter waren vor allem Anrainerstromtarife, also Ökostromtarife, die die Windpark-Anrainer beziehen konnten und die von den MLK Windparks vor Ort gesponsort wurden. Mittlerweile werden am Standort um Prenzlau etwa 300 Anrainer versorgt, am Standort Jacobsdorf bei Frankfurt/Oder etwas mehr als 100 Anrainer. Hier wurden Tarife möglich, die mit den Billiganbietern bereits in den Zeiten vor der Energiekostenexplosion mithalten konnten. Um derlei Projekte für Anrainer möglichst attraktiv realisieren zu können, griffen die Beteiligten anfangs auf ein recht komplexes Vertragskonstrukt zurück.

Um die Organisation schlanker und flexibler zu gestalten, haben Naturstrom und REZ mittlerweile ein Neukonzept entwi-

ckelt. Es ermöglicht vor allem: den schnelleren Start neuer Projekte, die flexible Gestaltung von Zuschüssen sowie die vereinfachte Steuerung von Berechtigtenkreis und Kreis der beteiligten Windparks.

„Anrainerbeteiligung muss direkt vor Ort greifen und muss ein soziales Projekt sein. Sie muss alle berücksichtigen.“

Prof. Dr. Walter Delabar, REZ

Steuerung deutlich einfacher

In dieser Struktur schließen Naturstrom als Versorger und REZ als Manager einen Vertrag über die Durchführung von Anrainerstromtarifen, die bundesweit angesiedelt sein können. Die Windparks hingegen schließen Verträge mit der REZ, die kurzfristig ausgesetzt werden oder sogar kündbar sein können. Die beteiligten Windparks

können also ihr Engagement deutlich einfacher steuern. Gegenüber den Anrainern treten REZ und Naturstrom als Partner im Namen der jeweiligen Windparks auf. Die Werbemaßnahmen werden im Wesentlichen von der REZ koordiniert. Auch der Kreis der Bezugsberechtigten kann einfacher definiert werden. Der gesamte organisatorische Aufwand wird mithin von der REZ gestemmt, die Windparks geben nur ihren Rahmen und ihre Leitlinien vor, nach denen die Maßnahmen durchgeführt werden können. Auf diese Weise ist es nicht zuletzt möglich, bereits früh Anrainerprojekte auf den Weg zu bringen. Die Refinanzierung der Zuschüsse kann etwa von den Initiatoren oder sogar aus den Baukosten gesichert werden. Zudem lassen sich einfache Steuermechanismen einbauen, um den Aufwand zu begrenzen – ein Aspekt, der in schwierigen Jahren oder bei Betriebsbeginn relevant sein kann. So ließe sich etwa die Zahl der



Das strukturierte Konzept verbindet regionale Akteure – ohne dass es auf Regionen begrenzt ist. © Jörg Weusthoff

Anrainerstromverträge limitieren. Bei einem Förderbetrag von 180 Euro und einem Maximum von 100 Verträgen lägen dann die jährlichen Kosten bei 18.000 Euro. Hinzu kommt Aufwand für Werbung und Verwaltung, der in Summe vor allem in den Startjahren dieselbe Höhe erreichen kann. Die Basisvergütung der REZ liegt bei 10 Prozent der Fördersumme, Projekte wie Werbekampagnen werden gesondert vergütet.

Hohe Flexibilität und Kostenkontrolle

Ein anderes Verfahren zur Kosteneingrenzung ist es, nur die direkten Anrainer zum Zuge kommen zu lassen. Dafür lassen sich Entfernungsparemeter anlegen oder Postleitzahlen in Anspruch nehmen, je nach Praktikabilität. Die Entscheidung, ob Anträge den Kriterien entsprechen, liegt dann bei der REZ, die hier im Sinne der Windparks die Umsetzung betreut. Die Förderbeträge lassen sich zudem staffeln, so dass Anrainer in der direkten Umgebung höhere Zuschüsse auf ihre Stromkosten erhalten als Anrainer, die weiter weg leben. Analog lassen sich – wie bereits am Standort Jacobsdorf – Sozialtarife einbetten, die mit wenig Aufwand verwaltet werden können. Das Konzept ist einfach übertragbar und nicht mehr an bestimmte Regionen gebunden. Betreiber, die Interesse an Anrainerstrommodellen haben, können das schlank und flexibel vor Ort implementieren lassen und dabei die Kosten im Blick haben.

Fazit

Ein gutes Konzept ist vonnöten, wenn man Anrainer so beteiligen will, dass wirklich alle profitieren – auch wenn sie einkommensschwach sind oder weiter weg wohnen. Zusätzlich sollte der bürokratische Aufwand klein und sollten die Kosten übersichtlich gehalten werden. REZ als Manager hat in Kooperation mit Naturstrom ein übertragbares und nicht an Regionen gebundenes Konzept entwickelt, das Akteure der Branche sinnvoll verbindet – zum Wohle der Verbraucher und im Sinne des Ausbaus der Erneuerbaren Energien.



Tierisch gut: Die REZ hat ihre Erfahrungen analysiert und in die Optimierung investiert. © Jörg Weusthoff

Projektübersicht

Initiator	Regenerative Energien Zernsee GmbH & Co. KG
Projektskizze	Soziale Beteiligung bei EE-Projekten: REZ und Naturstrom haben dafür Anrainerstromtarife als zentrales Instrument identifiziert. Ein entsprechendes neues Konzept ermöglicht interessierten Betreibern flexible Umsetzungen – bundesweit. Der Aufwand ist dabei gering und die Kosten sind übersichtlich. Hingegen ist der Spielraum für die individuelle Gestaltung groß.

Regenerative Energien Zernsee GmbH & Co. KG (REZ)

Seesenerstraße 10–13
10709 Berlin
Telefon +49 (0)30 224 459 830
Fax +49 (0)30 224 459 831
Email info@rez-windparks.de
Web www.rez-windparks.de

REZ

Sie interessieren sich für das Projekt und wollen erfahren, wie Ihre Gemeinde oder Ihr Unternehmen davon profitieren kann? Sprechen Sie uns an. Unseren Kontakt finden Sie im **Firmenprofil auf S. 202.** ►

Forschung in Deutschland

Einblick in die Wirtschaft von morgen

Deutschland nimmt eine herausragende Position in der internationalen Windkraft-Forschung ein. Die folgenden Seiten stellen Ihnen einige Forschungsergebnisse der industrienahen Wissenschaft vor, mit denen Sie wertvolle Einblicke in die neuesten Technologietrends gewinnen können.

Inspektion von Windanlagen mit Thermografie und KI

Die BAM erforscht, wie sich Rotorblätter durch Thermografie und KI überprüfen lassen, um Ausfälle zu vermeiden und Windparks wirtschaftlicher zu betreiben.

Inspektion bei laufendem Betrieb

Regenerosion beeinträchtigt die Leistung von Windturbinen und führt zu erhöhten Instandhaltungskosten. Moderne Technologien wie die Infrarot-Thermografie in Kombination mit KI ermöglichen eine effiziente Detektion von Regenerosion an den Rotorblättern, minimieren den Wartungsaufwand, senken Betriebskosten und helfen, Effizienzverluste zu vermeiden. Die BAM hat dazu eine Methode entwickelt, mit der Wärmebilder von in Betrieb befindlichen WEA-Rotorblättern vom Boden aus aufgenommen werden können (Abb. 1). Die Windturbine muss dazu nicht gestoppt werden, wodurch Ausfallzeiten für den Betreiber vermieden werden.

KI wertet Wärmebilder aus

In optimal aufgenommenen Wärmebildern von rotierenden Rotorblättern ist es möglich, thermische Turbulenzmuster zu erkennen. Diese entstehen vor allem durch Beschädigungen an der Vorderkante (Abb. 2). Ziel dieses Projekts ist es, mit KI thermi-

sche Merkmale, die durch Erosionsschäden an der Vorderkante verursacht werden, präzise zu identifizieren. Zur Leistungsbeurteilung der KI wurden die Modelle daher einer Bildklassifizierung unterzogen.

In Testbildern wurden Bereiche mit den real vorhandenen Merkmalen markiert (Abb. 3, grün) und die Vorhersagen des KI-Modells (Abb. 3, rot) dann mit diesen Testbildern validiert.



Abb. 1: Visualisierung der inneren Struktur basierend auf der thermischen Inspektion rotierender Rotorblätter. Quelle: BAM

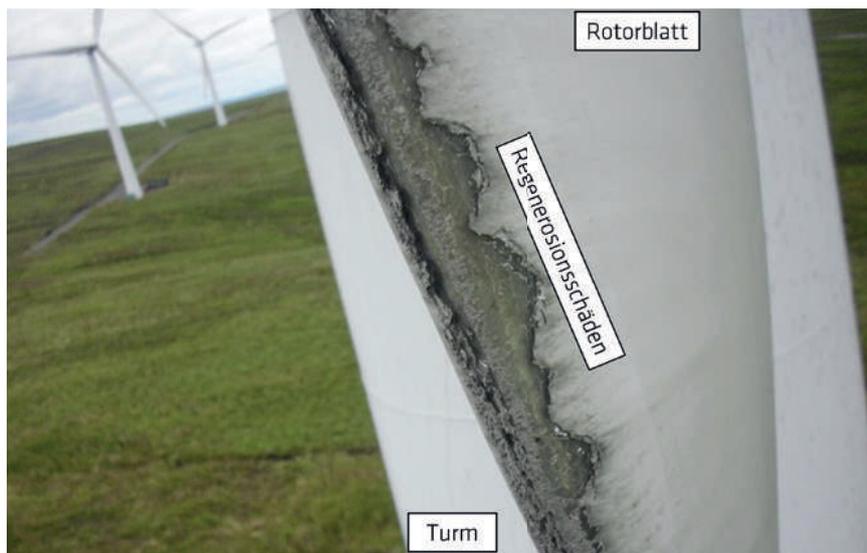


Abb. 2: Regenerosionsschäden an der Vorderkante eines Rotorblatts.

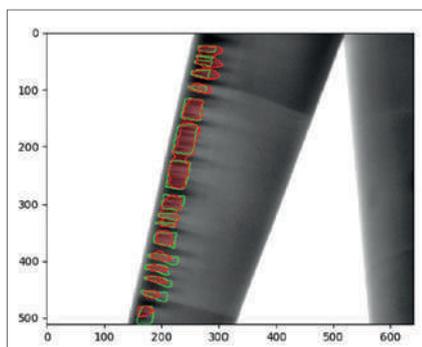


Abb. 3: Validierung des KI-Modells: Die grünen Areale zeigen manuelle, die roten von der KI erkannte Merkmale. Quelle: BAM

„Heutzutage prüfen Industriekletterer Windenergieanlagen auf äußere Schäden. Die Methode ist aufwändig, teuer und mit dem geplanten Ausbau der Windenergie nicht zukunftsfähig. Wir entwickeln ein digitales Monitoring, das ohne Ausfallzeiten auskommt.“

*Dr. Michael Stamm (BAM),
Experte für Thermografie und Leiter des Forschungsprojekts*

Fazit

Die BAM hat mit Unterstützung des Marburger Start-ups LATODA eine Methode entwickelt, die Infrarot-Thermografie mit KI-basierter Bildauswertung kombiniert. Damit ist es gegenüber bisherigen weitgehend manuellen Inspektionsmethoden möglich, Schädigungen bereits im Ansatz zu erkennen, Reparaturen frühzeitig einzuleiten und somit lange Ausfallzeiten und Effizienzverluste zu vermeiden.

Projektübersicht

Status	Die Machbarkeitsstudie ist abgeschlossen. Ein Folgeprojekt im Rahmen der Initiative QI-Digital startet im Oktober 2023.
Standort	Berlin-Adlershof
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Fachbereich: Thermografische Verfahren Dr. Michael Stamm Wissenschaftlicher Mitarbeiter	
Richard-Willstätter-Straße 11 12489 Berlin Telefon +49 (0)30 8104 3884 E-Mail michael.stamm@bam.de Web www.bam.de/thermography	



Korrosionsuntersuchungen unter Realbedingungen

Um den Korrosionsschutz für Offshore-Gründungen unter realen Bedingungen zu testen, hat die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) am Eidersperrwerk ein neues Meerwasserlabor errichtet.

Korrosion und Korrosionsschutz besser prognostizieren

In dem 50 m² großen Meerwasserlabor, das mit Unterstützung des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe-Nordsee errichtet wurde, können Korrosionsuntersuchungen in Meerwasser und Sediment durchgeführt werden. Der Übergangs-

bereich von Meerwasser zu Sediment ist ebenso wie der Bewuchs als kritisch für den Korrosionsschutz von Offshore-Gründungen einzustufen, da hier besonders heterogene Bedingungen vorliegen. Die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen in diesen Bereichen kann bislang nicht ausreichend beschrieben werden. Das

Korrosionslabor wird mit einem Meerwasser-Kreislaufsystem und vor Ort vorzufindenden Sedimenten betrieben, da Untersuchungen in künstlichem Meerwasser und Sedimenten keine realitätsnahe Bewuchssituation hervorbringen.

Fortsetzung auf Seite 80 →



Umsetzung des Messcontainers Korrosionsschutz von BAM TTS zum Eidersperrwerk.
Quelle: BAM

Fünf Versuchsbecken

Das Labor umfasst fünf Versuchsbecken mit jeweils 500 Liter Volumen und künstlichem Tageslicht sowie einen Großversuchszylinder mit ca. 4000 Liter Fassungsvermögen und natürlichem Tageslicht. Es ist vollständig klimatisiert, verfügt über ein Vorratsbecken und einen Frischwasseranschluss. Alle Versuchsbecken sind mit umfangreicher Messtechnik ausgestattet, die „remote“ gesteuert werden kann.

Innovative Explorations-Tools

Die BAM entwickelt in dem Labor u. a. Explorations-Tools, mit denen sich die Korrosivität des Sediments am Meeresgrund beschreiben lässt. Diese Tools sollen es in Zukunft ermöglichen, hochkorrosive Bereiche für die Gründung von Offshore-Bauwerken gezielt zu vermeiden bzw. den Korrosionsschutz zielgenauer an die Umgebungsbedingungen anzupassen.

„Mit dem in Deutschland bisher einzigartigen Meerwasserlabor für Korrosionsuntersuchungen lassen sich die Eigenschaften komplexer Korrosionssysteme bestimmen, Schutzmaßnahmen zielgerichtet auslegen und so die geplante Nutzungsdauer von Anlagen sicher erreichen.“

Gino Ebell (BAM), Experte für Korrosionsschutz und Leiter des Forschungsstandorts



Der Messcontainer von innen. Quelle: BAM



Das neuartige Meerwasserlabor am Eidersperrwerk. Quelle: BAM

Fazit

Die Forschung im neuen Meerwasserlabor der BAM soll die Sicherheit von Offshore-Gründungen verbessern. Der Fokus liegt auf Prognosen zur Korrosionsbeanspruchung und der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen. Dies erhöht die Planungssicherheit für die Betreiber von Offshore-Windparks und stärkt insgesamt den Beitrag der Windkraft zur Energiewende.

Projektübersicht

Status	Das Meerwasserlabor wird Ende 2023 in Betrieb genommen. Die Untersuchungen an Schutzsystemen starten 2024 und werden dann kontinuierlich ausgewertet.
--------	---

Standort	Eidersperrwerk/Berlin-Steglitz
----------	--------------------------------

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Fachbereich: Korrosion und Korrosionsschutz
Gino Ebell
Stellv. Fachbereichsleiter

Unter den Eichen 87
12205 Berlin
Telefon +49 (0)30 8104 4353
E-Mail gino.ebell@bam.de
Web www.bam.de



Forschungspark Windenergie WiValdi

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) errichtet mit Partnern aus dem Forschungsverbund Windenergie den Forschungspark Windenergie „WiValdi“.



Ansicht Forschungspark Windenergie – WiValdi

Im Forschungsverbund Windenergie (FVWE) hat das DLR den Forschungspark entwickelt und errichtet. Der FVWE bündelt das Know-how von rund 600 Forschenden, um Impulse für die Energieversorgung der Zukunft zu geben. Er besteht aus drei Beteiligten: dem DLR, dem ForWind – Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen sowie dem Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme.

Der Forschungspark ermöglicht ganzheitliche Windenergieforschung im Originalmaßstab. Dafür stehen der Forschungsgemeinschaft bereits jetzt vier hochinstrumentierte Messmasten und zwei moderne Windenergieanlagen zur Verfügung. Masten und Windenergieanlagen sind in Hauptwindrichtung hintereinander positioniert – diese wirtschaftlich nachteilige Konstellation erlaubt u. a. die Untersuchung der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Anlagen im Windpark. WiValdi ist mit über 2.000 Sensoren ausgestattet, die zum Beispiel Temperatur,

Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Drücke oder selbst kleinste Verformungen der Rotorblätter messen. Sämtliche Sensoren erzeugen rund um die Uhr hochaufgelöst zeitgestempelte und synchronisierte Daten, die einen stetig wachsenden Datenschatz für die Windenergieforschung bilden werden.

WiValdi wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz sowie das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur gefördert.

Fazit

Mit WiValdi entsteht im Originalmaßstab und unter Realbedingungen eine einzigartige Infrastruktur für die industrielle und akademische Forschungsgemeinschaft, um künftige Anlagengenerationen intelligenter und effizienter zu machen, die für die Windkraft verfügbaren Flächen optimal zu nutzen und zur Akzeptanzsteigerung dieser Technologie beizutragen.

„Über 2000 Sensoren erzeugen rund um die Uhr einen stetig wachsenden Datenschatz für die Windenergieforschung.“

*Dr.-Ing. Jakob Klassen
DLR, Windenergieexperimente*



WiValdi OPUS 1

Projektübersicht

Standort	Landkreis Stade 21732 Krummendeich
----------	---------------------------------------

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Windenergieexperimente
Dr.-Ing. Jakob Klassen

Lilienthalplatz 7
38108 Braunschweig
Telefon +49 (0)531 295 3380
E-Mail jakob.klassen@dlr.de
Web www.forschungspark-windenergie.de



**Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt**

Gefördert durch:

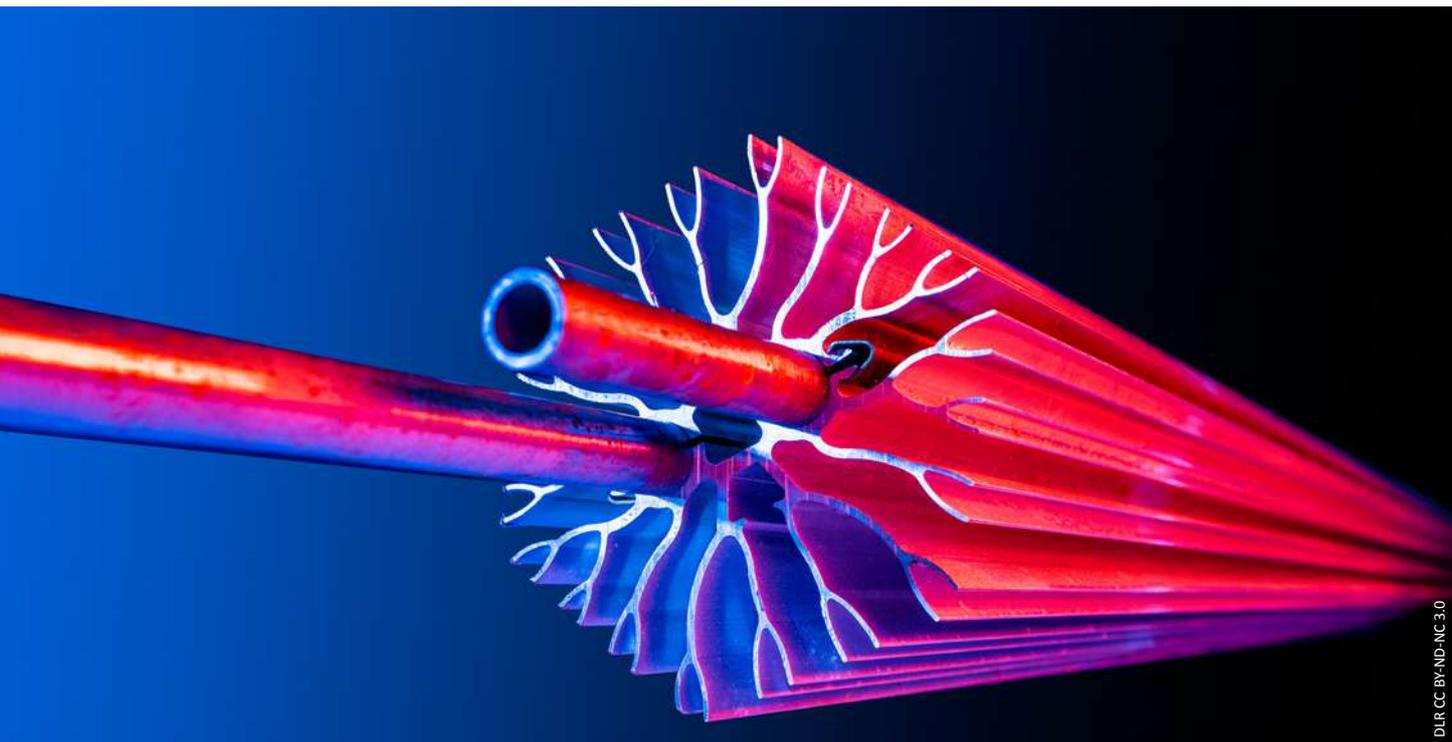


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



Niedersächsisches Ministerium
für Wissenschaft und Kultur

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



DLR, CC BY-ND-NC 3.0

Mit Salz Dunkelflauten und Lastspitzen klimaneutral überbrücken

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat gemeinsam mit Beteiligten aus Industrie und Forschung eine Carnot-Batterie erfolgreich aufgebaut und erprobt. **Carnot-Batterien können Strom in Form von Wärme speichern und daraus wieder Strom erzeugen.**

Das Herzstück der im EU-Forschungsprojekt CHESTER (Compressed heat energy storage for energy from renewable sources) aufgebauten Pilotanlage ist ein vom DLR-Institut für Technische Thermodynamik entwickelter Latentwärmespeicher. Als Speichermedium enthält dieser rund zwei Kubikmeter Nitratsalz. Dieses wird mit dem zu speichernden Strom über eine Hochtemperatur-Wärmepumpe erhitzt und dabei aufgeschmolzen. Latent

deswegen, weil ein Teil der Heizwärme scheinbar verborgen, also latent, im Lösen der Bindungen der Salzkristalle steckt. Dies wirkt wie ein Zusatzspeicher. Zum späteren Entladen des Speichers überträgt ein Kühlkreislauf die Wärme zu einer Wärmekraftmaschine mit Turbine und Generator. Der so klimaneutral erzeugte Strom kann wieder ins Netz eingespeist werden. Die Pilotanlage hat im Testbetrieb eine elektrische Leistung von knapp 10 Kilowatt erreicht.

Ein großer Vorteil von Carnot-Batterien ist, dass sie Strom und Wärme gleichzeitig liefern können.

Ihre Größe und Kapazität lassen sich leicht an die jeweiligen Anforderungen anpassen. Damit eignen sie sich hervorragend für die Sektorenkopplung. Dies ist besonders interessant für Industrieprozesse sowie lokale Strom- und Wärmenetze, wie beim sogenannten Smart District Heating.

Fazit

Mit Carnot-Batterien lassen sich Schwankungen von Sonnen- und Windenergie ausgleichen. Die Speichertechnologie kann dadurch zu einer regelbaren und sicheren Versorgung mit erneuerbaren Energien beitragen.

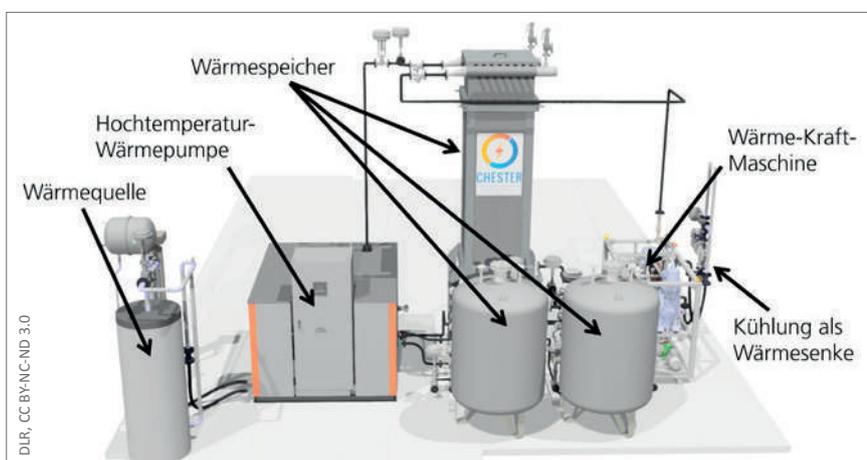


„Die Technologie hat das Potenzial, regenerativ erzeugten Strom im industriellen Maßstab zu speichern. Damit lassen sich Dunkelflauten und Lastspitzen klimaneutral überbrücken, wenn kein Wind weht und keine Sonne scheint.“

Maike Johnson, DLR-Institut für Technische Thermodynamik



Carnot-Batterien können elektrische Energie in Form von Wärme speichern.



Pilotanlage einer Carnot-Batterie am DLR-Standort Stuttgart: Die Speicheranlage besteht hauptsächlich aus einer Hochtemperatur-Wärmepumpe, einem mit Nitratsalzen gefüllten Wärmespeicher und einer Wärmekraftmaschine. Mit dieser lässt sich über eine Turbine mit Generator bei Bedarf klimaneutral Strom erzeugen.

Projektübersicht

Durchführung 2018 Projektstart
2022 Pilotanlage erfolgreich erprobt

Standort Pilotanlage in Stuttgart

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Technische Thermodynamik
Maike Johnson

Pfaffenwaldring 38–40
70569 Stuttgart
Telefon +49 (0)711 6862-344
E-Mail maike.johnson@dlr.de
Web www.dlr.de/tt

 **Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**

Kompetenzzentrum Kognitive Energiesysteme Künstliche Intelligenz im Energiesektor

Das Projekt „Kompetenzzentrum Kognitive Energiesysteme“ hat das Ziel, die Grundlagen für den erfolgreichen Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) im Energiesystem zu schaffen und den Grundstein für die Entwicklung kognitiver Energiesysteme zu legen.



„KI im Energiesystem bietet die Chance für eine erschwinglichere und saubere Energieversorgung.“

André Baier, Projektleiter

insbesondere für die Bereiche Netzbetrieb, Prognosen, Resilienz, Leistungselektronik, Energiemanagement und Energiehandel.

Prognosen sind u. a. für einen sinnvollen Einsatz von Windstrom für die Energieversorgung von Bedeutung. Welches sind z. B. die Faktoren des Verbrauchsverhaltens, die Verbrauchsprognosen am stärksten beeinflussen – Tageszeit, Wochentag, Jahreszeit? Temporal Fusion Transformers (TFTs) sind in der Lage, verschiedene Zeithorizonte unter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten zu prognostizieren. Die Prognose von Leistungsflüssen im elektrischen Netz ermöglicht es Netzbetreibern, vorausschauende Netzberechnungen durchzuführen und Engpässe frühzeitig zu erkennen. TFTs lassen es zu, ein einziges Modell nicht nur für einen Standort, sondern für mehrere Standorte gleichzeitig zu trainieren (Multitask-Learning). So können gelerntes Verhalten an anderen Standorten sowie räumliche und zeitliche Abhängigkeiten in die Prognose einfließen und diese verbessern.

Der Handel an den Strombörsen findet entweder durch den Menschen oder mit automatisierten regelbasierten Systemen statt, was im zukünftig hochgradig dezentralen Energiesystem in vielerlei Hinsicht unbefriedigend ist: Notwendigkeit von Fachwissen, Ausblendung eines großen Teils der Komplexität des Strommarktes

Die Komplexität des Energiesystems nimmt sowohl auf der Seite der Erzeugung als auch des Verbrauchs zu. Energie soll nicht teurer werden und immer und überall zuverlässig zur Verfügung stehen. Künstliche Intelligenz (KI) kann helfen, die steigende Komplexität durch selbstlernende Systeme zu be-

wältigen und die Betriebskosten durch Automatisierung zu senken. KI kann dafür in vielfältigen Anwendungsbereichen entlang der gesamten Wertschöpfungskette Aufgaben automatisiert übernehmen.

Die Einführung von KI in das Energiesystem ist eine vielfältige Aufgabe. Ein kognitives Energiesystem ist dabei ein Energiesystem, das den Zustand seiner Assets auf Basis verfügbarer Informationen selbstständig ermitteln und prognostizieren kann und durch seine Adaptionfähigkeit lernt, vorgegebene energiewirtschaftliche Ziele zu erreichen. Das Energiesystem muss zukünftig ein Bewusstsein über seinen eigenen Zustand entwickeln und automatisiert reagieren können. Dabei können sogenannte KI-Agenten komplexe Steuerungsprozesse übernehmen, die mit der heutigen Personal- und Technikausstattung in den Unternehmen nicht zu stemmen wären. In 44 sog. Spotlights wurde beispielhaft untersucht, welche KI-Prozesse im Energiesektor sinnvoll sind,

Projektübersicht

Durchführung	abgeschlossen
Standort	Kassel
Projektleiter	Dipl.-Math André Baier, M.Sc. Geschäftsfeldleiter Digitales Portfoliomanagement

Fraunhofer IEE
Joseph-Beuys-Straße 8
34117 Kassel
Telefon +49 (0)561 7294-372
E-Mail andre.baier@iee.fraunhofer.de
Web <https://kognitive-energie-systeme.de>



bei regelbasierten Systemen, Einbußen in der Flexibilität. Maschinelles Lernen (ML) und insbesondere das Reinforcement Learning (RL) können möglichen Über- und Unterdeckungen des Energiesystems entgegenwirken. Im Spotlight Deep Energy Trade wurde ein automatisierter Handelsagent für den Energiehandel aus Sicht von Windkraftbetreibern erstellt. Dabei wurden Windleistungsprognosen

des IEE verwendet. Das Ergebnis ist ein erster Prototyp in Form eines Demonstrators, der aus einem kleinen Datensatz positive Handlungsergebnisse erzeugt.

Das Hessische Ministerium für Wissenschaft und Kunst hat das Aufbauprojekt „Kognitive Energiesysteme“ mit Mitteln des Landes Hessen von 2019 bis 2023 mit 5,8 Millionen Euro gefördert.

Fazit

Das Projekt K-ES hat mit dem Aufbau der notwendigen Kompetenzen und Werkzeuge und der Darstellung der Potenziale über die 44 sog. Spotlights die notwendige Basis für die erfolgreiche Etablierung von KI im Energiesystem geschaffen.

Deep Bird Detect

Um Artenschutz und Windenergie in Einklang zu bringen, wird Künstliche Intelligenz zur automatisierten Erfassung sensibler Vogelarten genutzt.

Oft verzögert sich der Baustart für Windparks, weil Behörden für die Genehmigung von den Projektierern umfassende naturschutzbezogene Prüfungen verlangen. Das Fraunhofer IEE erarbeitet zusammen mit den Universitäten in Kassel, Kiel und Chemnitz sowie Partnern aus der Praxis ein System, mit dem sich Vögel und andere Tiere auf den Flächen anhand von Audio-Signalen automatisiert erkennen und klassifizieren lassen. Dabei kommt Künstliche Intelligenz (KI) zum Einsatz: Die Forschenden setzen Deep-Learning-Verfahren ein, um die Arten zeitlich und räumlich zu erfassen.

Sie nehmen Sounddateien auf, um windkraftsensible und gefährdete Arten zu klassifizieren. Jedoch ist das Auswerten dieser Daten sehr umständlich, weshalb eine KI-gestützte, automatisierte Datenverarbeitung einen großen Mehrwert bietet. Ein weiterer Nachteil der manuellen Analyse ist, dass sie nicht immer alle Audio-signale der Tiere erfasst – der Aufwand für eine lückenlose Auswertung wäre viel zu groß. Die Prüfung erfolgt deshalb nur stichpunktartig, so dass manche Arten möglicherweise verborgen bleiben. Das macht Gutachten rechtlich angreifbar. Hervorgegangen aus einem sog. Spotlight im Projekt Kompetenzzentrum Kognitive Energiesysteme (s. o.) wird hier weiter das Ziel verfolgt, ein Tool zur Klassifizierung von gefährdeten

Vogelarten basierend auf Tonaufnahmen zu entwickeln. Die einheitliche Erfassungsmethodik des „Deep Bird Detect“-Systems macht es zudem möglich, Vergleiche zu anderen Ökosystemen zu ziehen. Das gibt Aufschluss über langfristige Entwicklungen auf diesen Flächen, z. B. über ein Monitoring-Netzwerk, mit dem sich automatisiert und frühzeitig geografische artspezifische Veränderungen erkennen lassen. Auch soll die Deep Bird Detect-Methodik so gestaltet werden, dass sie sich auf weitere Artengruppen wie Fledermäuse, Amphibien oder Insekten übertragen lässt, um die Inventur der Ökosysteme noch breiter anzulegen.

„Wir müssen Entscheidungen neuronaler Netze transparent und nachvollziehbar gestalten, was für zusätzliche Rechtssicherheit sorgen wird.“

Dr. Christoph Scholz, Projektleiter

Fazit

Das Konsortium von Deep Bird Detect möchte dazu beitragen, Rechtssicherheit durch KI-gestützte, effiziente und rechtssichere faunistische Fachgutachten zu schaffen und die Genehmigungsverfahren zu beschleunigen, um so zum Ausbau der Windenergie beizutragen.



Projektübersicht

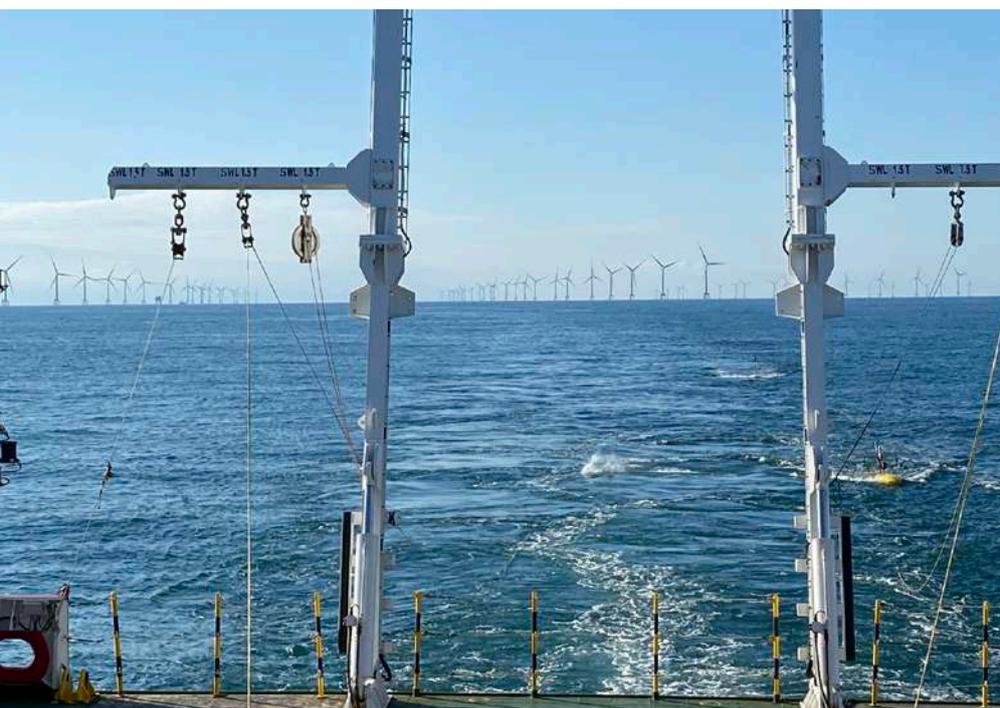
Durchführung	Umsetzung hat begonnen
Standort	Kassel
Projektleiter	Dr. Christoph Scholz Wissenschaftlicher Leiter Kompetenzzentrum Kognitive Energiesysteme

Fraunhofer IEE
Joseph-Beuys-Straße 8
34117 Kassel
Telefon +49 (0)561 7294-427
E-Mail christoph.scholz@iee.fraunhofer.de
Web <https://s.fhg.de/K-ES-DeepBirdDetect>



Baugrunduntersuchung mit mehrkanalseismischen und hydroakustischen Methoden

Fugro und Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES vermessen Windparkstandorte in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone im Auftrag des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie



Fugro Pioneer mit seismischer Ausrüstung bei der Durchführung einer geophysikalischen Untersuchung. ©Fugro

Fugro arbeitet mit dem Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES zusammen, um für das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) einen Auftrag zur geophysikalischen Vermessung von zwei Offshore-Windparkflächen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in der Nordsee durchzuführen.

Das Projekt startete im Mai 2023. Fugro hat ein spezielles Vermessungsschiff eingesetzt, um eine hochpräzise Positionierung und die Aufzeichnung sowie Interpretation von Sedimentecholot-Daten durchzuführen. Darüber hinaus war Fraunhofer IWES für die Durchführung der mehrkanalseis-

mischen Messung verantwortlich, gefolgt von der speziell angepassten Datenverarbeitung und Interpretation. Es wurde ein dichtes Profilastraster mit insgesamt 2393 km Vermessungslinien erzeugt. Die Sedimentecholot-Daten liefern ein detailliertes Bild von Sedimentstrukturen bis zu 15 m unter dem Meeresboden, während die ultrahochauflösenden mehrkanalseismischen Daten (UHR MSC) mehr als 100 m tief eindringen, um kleinere Sedimentkörper sowie tiefe verfüllte Talstrukturen zu erfassen.

Das Zusammenspiel von Know-how und Ressourcen beider Teams garantiert eine sichere und effiziente Untersuchung, die

dem straffen Zeitplan des BSH entspricht. Das Endergebnis wird ein vorläufiges Untergrundmodell sein, das als Grundlage für künftige geotechnische Untersuchungskampagnen und zur Verringerung des Risikos für die zukünftige Installation der Windparks verwendet werden kann.

Fazit

Die Standorte sollen in den kommenden Jahren versteigert werden und nehmen eine wichtige Rolle in der deutschen Energiewende ein, mit der bis 2030 das Ziel von 30 GW installierter Leistung von Offshore-Windenergie erreicht werden soll.

Projektübersicht

Durchführung Das Projekt startete im Mai 2023 und endet im November 2023 mit Übergabe des Bodenmodells und des Abschlussberichts

Standort Nordsee

Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES
Gabriela Sierra Lombera
Projektleiterin, Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Am Fallturm 1
28359 Bremen
Telefon +49 (0)471 14290-176
Web www.iwes.fraunhofer.de



Regionale Wertschöpfung, Beteiligung und Akzeptanz

Forschungsprojekt ReWA – Bedeutung regionaler Wertschöpfung und finanzieller Beteiligungsmöglichkeiten für die Akzeptanz lokaler EE-Projekte

Im durch das BMWK-geförderten Forschungsprojekt ReWA untersuchte das Institut für Zukunftsenergie- und Stoffstromsysteme (IZES) gemeinsam mit den Projektpartnern Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) und Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) den Zusammenhang regionaler Wertschöpfung, finanzieller Beteiligungsmöglichkeiten und lokaler Akzeptanz von EE in sechs bundesweit ausgewählten Kommunen. In den untersuchten Kommunen wurden EE-Projekte (Wind, PV, Biomasse) mit unterschiedlichen Beteiligungsansätzen umgesetzt. Insgesamt lässt sich feststellen: Es verbleibt umso mehr Wertschöpfung in der Standortkommune, je größer die Beteiligung lokaler Akteure an den jeweiligen Wertschöpfungsschritten ausfällt. Während der Anteil an den Gewerbesteuer-

zahlungen der Betreibergesellschaften für die Standortkommune gesetzlich geregelt ist, müssen andere Beteiligungspotenziale (Gewinnbeteiligungen, Pachteinnahmen, Arbeitsplätze, Aufträge) aktiv adressiert werden. Bei Windparks ist vor allem eine Beteiligung der Bürger, der Kommune und lokaler Unternehmen an den Anlageninvestitionen von Bedeutung, damit Betreibergewinne vor Ort verbleiben und die Bürger Mitspracherechte erhalten. So gilt in Reußenköge als einem der größten Windparks in Bürgerhand weltweit: „Verdienen mit dem Windpark, nicht an dem Windpark“. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass die geschaffene Wertschöpfung aktiv kommuniziert und wahrnehmbar gemacht werden muss, um sich positiv auf die Akzeptanz auswirken zu können.

Fazit

Regionale Wertschöpfung und Beteiligungsmöglichkeiten spielen eine zentrale Rolle für die Akzeptanz von EE-Projekten und stellen somit eine Basis für die erfolgreiche und zügige Umsetzung weiterer EE-Vorhaben dar. Den Kommunen kommt hier eine wichtige Rolle zu – sie sollten Handlungsspielräume nutzen, z. B. über kommunale Flächen als Grundlage gezielter Steuerung.

Projektübersicht

Durchführung abgeschlossen,
Laufzeit 06.2020 – 03.2023
Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Standort 6 Kommunen in Deutschland;
davon 3 mit Windkraftanlagen

Institut für Zukunftsenergie- und Stoffstromsysteme, IZES gGmbH
Arbeitsfeld Umweltpsychologie
Jan Hildebrand

Altenkessler Straße 17
InnovationsCampus Saar
66115 Saarbrücken
Telefon +49 (0)681 844972-29
E-Mail hildebrand@izes.de
Web www.unendlich-viel-energie.de/projekte/rewa

Ergebnisbroschüre
www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/publikationen/renews-spezial-die-energiewendigen-kommunen



Arten finanzieller Beteiligungsmöglichkeiten und Zuordnung zu den Projekt-Kommunen
© Projekt ReWA/Grafik AEE

ReWA Regionale Wertschöpfung, Akzeptanz, Beteiligung.

So kann die Naturverträglichkeit der Energiewende gemessen werden

Um die Naturverträglichkeit und die Zielkonflikte des Ausbaus der erneuerbaren Energien zu erkennen und zu bewerten, wurde am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) das Informationssystem EE-Monitor (<https://ee-monitor.de>) entwickelt.

Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wie Windenergie- oder Photovoltaik-Freiflächenanlagen gehören heute zum festen Bestandteil des Landschaftsbildes. Neben ihrem Beitrag zum Klimaschutz können sie sich jedoch auch negativ auf die Natur auswirken, wenn sie zum Beispiel Kollisionsrisiken für Tiere bergen oder Änderungen der Landnutzung verursachen. Der EE-Monitor ist eine öffentliche Web-Anwendung mit insgesamt 41 Kennzahlen, die den Ausbau erneuerbarer Energien

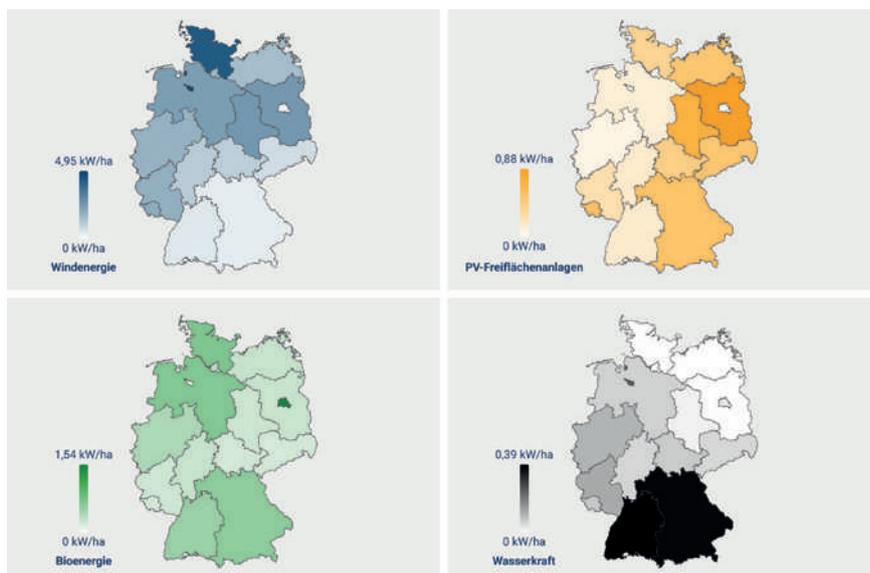
„Die naturverträgliche Energiewende kann nur gelingen, wenn beides effizient genutzt wird: die verfügbare Fläche und die darauf bereitgestellte Energie.“

Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän, UFZ

quantitativ erfassen und Auswirkungen auf Natur und Landschaft messen. Die Kennzahlen zeigen beispielsweise, dass der Aus-



Die beschleunigte Energiewende verschärft Konflikte zwischen dem Ausbau erneuerbarer Energien und dem Naturschutz.



Die Leistungsdichten der erneuerbaren Energien weisen starke regionalspezifische Unterschiede auf.

bau von Windenergieanlagen und Photovoltaik-Freiflächenanlagen vor allem auf landwirtschaftlichen Flächen stattfindet und dass die Zahl an Anlagen in Landschaftsschutzgebieten, Naturparks und Wäldern stetig zunimmt. Ein positiver Trend zeigt sich in der raschen Steigerung der Flächeneffizienz von Photovoltaik-Freiflächenanlagen.

Fazit

Der EE-Monitor bietet der Öffentlichkeit die Möglichkeit, detaillierte Daten zum regionalen Vergleich und Zeitverlauf aktueller Konfliktfelder zwischen Energiewende und Naturschutz einzusehen. Die naturschutzfachlichen Kennzahlen des EE-Monitors zeigen dabei sowohl technologiespezifische als auch technologieübergreifende Trends auf.

Projektübersicht

Durchführung abgeschlossen, Web-Anwendung wird jährlich aktualisiert und erweitert

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig
Gefördert vom Bundesamt für Naturschutz
Nora Mittelstädt

Kontakt nora.mittelstaedt@ufz.de
E-Mail ee-monitor@ufz.de
Web <https://ee-monitor.de>

Offshore-Windparks binden Kohlenstoff im Sediment

Forschende des Fachbereichs Biologie der Universität Hamburg haben untersucht, welchen Einfluss Offshore-Windparks auf die sedimentären Kohlenstoffbestände der Nordsee haben.

Die Sedimente, in denen Offshore-Windparks (OWPs) installiert werden, beherbergen weltweit bedeutende Kohlendioxidbestände. Erste Studien zeigen, dass OWPs die Eigenschaften des Sediments ihrer unmittelbaren Umgebung beeinflussen und die natürlichen Kohlenstoffbestände darin während der Betriebsphase erhöhen und im Bau und Abbau verringern.

Um zu überprüfen, ob die Sedimente von OWPs insgesamt mehr Kohlenstoff binden als sie freisetzen, haben Forschende der Universität Hamburg den Kohlenstofffluss zum Sediment über den gesamten Lebens-

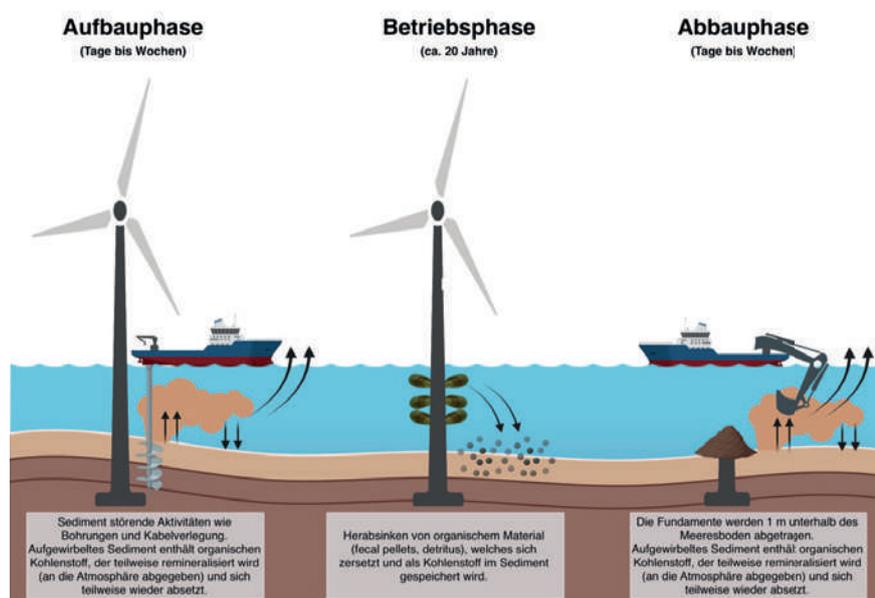
zyklus – also der Bau-, Betriebs- und Stilllegungsphase – von OWPs in der südlichen Nordsee errechnet.

Die Ergebnisse zeigen, dass in den oberen zehn Zentimetern des Sediments der OWPs in der südlichen Nordsee zusätzlich etwa 481.000 Tonnen Kohlendioxid gebunden werden. Dagegen beträgt die absolute Freisetzung von Kohlenstoff während sedimentverändernder Aktivitäten im Bau und Abbau nur etwa 100.000 Tonnen. Allerdings ist die Intensität der Kohlenstofffreisetzung in den gestörten Bereichen etwa 44 Mal höher als die der Kohlenstoffbindung im gesamten Bereich der OWPs. Da die

gestörten Bereiche mit 60 km² jedoch nur etwa 0,50 Prozent der Gesamtfläche der OWPs ausmachen, wird in absoluten Zahlen etwa **fünfmal mehr Kohlenstoff im Sediment der OWPs gebunden als freigesetzt**.

Fazit

Die Berechnungen zeigen, dass durch die Windanlagen fünfmal mehr Kohlenstoff gebunden als freigesetzt wird. Aufgrund der Limitation der Daten geben die Ergebnisse aber nur Größenordnungen an, weitere Forschungsarbeiten sind nötig.



Auswirkungen der verschiedenen Lebenszyklen (Aufbauphase, Betriebsphase, Stilllegungsphase) von OWPs auf das Sediment und den daraus resultierenden gespeicherten und freigesetzten organischen Kohlenstoff im oberen Meter des Sediments.

© 2023 Heinatz und Scheffold

Projektübersicht

Durchführung **Abgeschlossen**

Standort **Südliche Nordsee**

Universität Hamburg, Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
 Fachbereich Biologie, Biologische Ozeanographie
 Knut Heinatz
 Dr. Maïke Scheffold

Große Elbstraße 133

22767 Hamburg

Telefon +49 (0)40 42838-6651

E-Mail maïke.scheffold@uni-hamburg.de

knut.heinatz@utas.edu.au

Web www.biologie.uni-hamburg.de



Universität Hamburg
 DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Grüner Wasserstoff wettbewerbsfähiger als erwartet

Forschende des Wuppertal Instituts ermittelten in einer Metastudie Bedarfe, Kosten und Entwicklungspfade von Wasserstoff in Deutschland



Heimischer grüner Wasserstoff wird in vielen Fällen konkurrenzfähig zu Importen sein, das hat eine Untersuchung des Wuppertal Instituts im Auftrag des Landesverbands Erneuerbare Energien NRW herausgefunden. Dafür sind einerseits die zu erwartenden sinkenden Produktionskosten für grünen Wasserstoff in Deutschland verantwortlich, andererseits die Transportkosten für Importe, welche die günstigeren Produktionskosten im Ausland nivellieren können. Importe per Schiff sind daher meist teurer, während Importe per Pipeline etwa aus Spanien am günstigsten sind.

Neben der Produktionsseite spielt für eine zukünftige Wasserstoffwirtschaft aber vor allem auch die Anwendungsseite eine große Rolle, die die Nachfragemengen bestimmt. Um die bis 2030 mögliche Wasserstoffproduktion effizient zu nutzen, plädieren die Forschenden dafür, sich auf den Wasserstoff-Einsatz von zwingend nötigen Anwendungen, wie die Stahl- oder Chemie-Industrie, zu konzentrieren: „Das hilft, die künftige Wasserstoff-Nachfrage zu begrenzen –

und somit auch die erforderlichen Erzeugungs- und Importmengen“, betont Studienautor Frank Merten, Co-Leiter des Forschungsbereichs Systeme und Infrastrukturen am Wuppertal Institut. Dadurch kann zugleich der Importbedarf an blauem Wasserstoff (zwecks Unterstützung des Hochlaufs) reduziert werden, dessen Treibhausgas-Emissionen je nach verwendeter Technologie und Erdgas-Herkunft signifikant bis deutlich über denen von grünem Wasserstoff liegen.

Fazit

Inländisch produzierter Wasserstoff muss nicht teurer als Importe sein und sollte daher stärker als bisher verfolgt werden. Import- und Produktionsmengen können und sollten in der Hochlaufphase durch einen Fokus auf wirklich nötige Anwendungen in der Industrie und dem Umwandlungsbereich begrenzt werden.

Projektübersicht

Durchführung von 03/2023 bis 05/2023

Standort Wuppertal

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Frank Merten (Projektleitung)

Döppersberg 19
42103 Wuppertal
Telefon +49 (0)202 2492-126
E-Mail frank.merten@wupperinst.org
Web wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/2224



BirdRecorder – Antikollisionssystem für Windenergieanlagen

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) nutzt dafür Künstliche Intelligenz.



Die Kameras können gefährdete Vogelarten in einer Entfernung von 700 Metern erkennen.



Der BirdRecorder bringt Artenschutz und Klimaschutz in Einklang.

Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz sind die zentralen Elemente in dem vom ZSW entwickelten Antikollisionssystem „BirdRecorder“. Die KI-Experten am ZSW setzen für die Vogel- und Vogelartenerkennung die neuesten Methoden der KI ein. „Mit unserer KI-Lösung verleihen wir dem Ausbau von Windenergieanlagen Auftrieb“, erklärt Anton Kaifel, Teamleiter Künstliche Intelligenz am ZSW. Das System kann Greifvögel wie den Rotmilan vor Kollisionen mit den Rotorblättern von Windenergieanlagen schützen. Dafür ist eine sichere Erkennung in einer Entfernung erforderlich, die noch ein Eingreifen in die Steuerung der Anlage erlaubt.

Vogelerkennung bereits ab 700 Metern

Die Interventionszone für Windenergieanlagen muss mindestens 500 Meter betragen, um bei den typischen Fluggeschwindigkeiten von Rotmilanen die Anlagen noch rechtzeitig in den Trudelmodus versetzen zu können. Der BirdRecorder erkennt Vogelarten jedoch bereits ab 700 Metern. Das

Antikollisionssystem gibt ein Signal zum sofortigen Übergang der Windenergieanlagen in den Trudelmodus, wenn ein Milan in die Interventionszone einfliegt. Sobald der Vogel die Zone wieder verlassen hat, erhält die Anlage ein Signal zur Wiederaufnahme des Normalbetriebs. Das mit zwölf Kameras ausgestattete System ist modular aufgebaut und kann an alle Windparklayouts angepasst werden. Der BirdRecorder wird im Frühjahr 2024 nach einem von der Schweizerischen Vogelwarte entwickelten Standard auf dem neu errichteten Windenergieforschungstestfeld des ZSW auf der Schwäbischen Alb bei Geislingen validiert. Danach sind mehrere Pilotprojekte in Windparks geplant. Damit werden pauschale Abschaltungen vermieden und der Ertrag von Windparks gesteigert. Der BirdRecorder wird vom Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert.

Fazit

Der Ausbau der Windenergie wird in den nächsten Jahren verstärkt an Waldstandorten erfolgen. Dies wird aus Gründen des Artenschutzes nur durch den Einsatz von Antikollisionssystemen erfolgreich sein.

Projektübersicht

Durchführung Validierung in 2024

Standort Schwäbische Alb

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
Anton Kaifel
Kay Ohnmeiß
Felix Ziegler

Meitnerstr. 1
70563 Stuttgart
Telefon +49 (0)711 78700
E-Mail birdrecorder@zsw-bw.de
Web www.zsw-bw.de/Windenergie

