



Rückbau- und Entsorgungskosten

Windräder

Brand, Gemarkung Watterdingen

Inspektionsbericht 31341-100225/2

Auftraggeber:	Forum Hegau-Bodensee Bürgerinitiative für regionale Energien Sprecher Markus J.M. Bihler Fritz-Reichle-Ring 6a D-78315 Radolfzell
Auftrags-Nr.	31341
Auftragsdatum:	12.01.2025
Projektleiter:	Klaus Bücherl
Autoren:	Justus Wolf Klaus Bücherl
Qualitätssicherung:	Christian Solcher
Regensburg, den	25.02.2025

Unterschrift:

Die Nummer nach dem Schrägstrich in der Inspektionsberichts-Nummer entspricht der aktuellen Version des Inspektionsberichtes. Diese Version ersetzt alle vorherigen Versionen.
./2: Auftraggeber eingesetzt
Alle Rechte vorbehalten. Veröffentlichungen und Weitergabe an Dritte sind nur in vollständiger, ungekürzter Form zulässig. Veröffentlichung oder Verbreitung von Auszügen, Zusammenfassungen, Wertungen oder sonstigen Bearbeitungen und Umgestaltungen, insbesondere zu Werbezwecken, nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der tewag GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	4
2	Grundlagen, Methodik	4
3	Standort.....	5
4	Kostenschätzung.....	6
4.1	Grundlagen	6
4.2	Kosten	6
5	Zusammenfassung	9
6	Ausblick.....	9
7	Verwendetet Unterlagen	12

Tabellen

Tabelle 1: Technische Daten der WEA	5
Tabelle 2: Einrichtung der Baustelle und anschließender Abbau der notwendigen Zuwegung	6
Tabelle 3: Demontage und die Entsorgung der Hochbauten	7
Tabelle 4: Entfernung des Fundaments sowie die Entsorgung.....	7
Tabelle 5: Wiederherstellung des Waldbodens (nur) von Kranfläche und Fundament	8
Tabelle 5: Gesamtkosten für den Rückbau der Windnergieanlagen (3 WEA vom Typ Nordex N163)	9

1 Aufgabenstellung

Am Beispiel einer geplanten Windenergieanlage (WEA) in Brand, Gemarkung Watterdingen der Stadt Tengen sollen die Kosten für den Rückbau und die Entsorgung der dabei anfallenden Abfälle abgeschätzt werden. Die Kostenschätzung sollte die Grundlage für einen Vergleich mit der Höhe der eingeforderten Sicherheitsleistungen sein.

In der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung wird eine Sicherheitsleistung in Höhe von 4 v.H. der Herstellungs- / Baukosten festgelegt. Das sind 149.630 € je Anlage [8].

2 Grundlagen, Methodik

Mit Antragsstellung des Baus einer WEA verpflichtet sich der Antragsteller den vollständigen Rückbau der WEA sowie die Rekultivierung der betroffenen Waldflächen durchzuführen. Es heißt nach dem §35 Abs.5 Satz 2 und 3 des Baugesetzbuches „*Die neben dem Vorhaben zu beseitigenden Bodenversiegelungen umfassen alle ober- und unterirdischen Anlagen und Anlagenteile (auch Fundamente) sowie die für die Anlage erforderliche Infrastruktur, die mit der dauerhaften Nutzungsaufgabe der Anlage auch ihren Nutzen verliert*“.¹ Dem Windenergieerlass von Baden-Württemberg (BW) ist zu entnehmen, dass die Genehmigungsbehörde für die Einhaltung der Rückbauverpflichtung zuständig ist² und die Höhe der Sicherheitsleistungen auf Plausibilität prüfen, oder selber eine Kostenrechnung aufstellen muss.³

Einer Stellungnahme des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft ist zu entnehmen, dass in Baden-Württemberg bisher nur zwei Rückbauten von WEA bekannt sind.⁴ Eine Einschätzung der zu erwartenden Rückbaukosten ist daher nicht auf Erfahrungswerte zurückzuführen, sondern erfolgt durch Kostenschätzungen aufgrund der geplanten WEA und entsprechender Standorte. Nicht berücksichtigt werden können bei dieser Kostenschätzung anfallende Planungs-, Antrags- und Umsetzungskosten, welche aufgrund gesetzlicher Veränderungen entstehen

¹ Vgl. Battis/Krautberger/Löhr, Baugesetzbuch, 14. Auflage 2019, Rdnr. 180.

² Vgl. Windenergieerlass Baden-Württemberg, 9. Mai 2012, AZ. 64-4583/404, S. 32

³ Vgl. Informationspapier: Überblick der landesrechtlichen Regelungen zum Rückbau von WEA, Bundesverband Windenergie, 2024, S.8

⁴ Vgl. Drucksache 17/4382, Landtag Baden-Württemberg, S.4

können. Das Umweltbundesamt geht jedoch davon aus, dass diese Kosten erheblich werden können, da kein standardisiertes Verfahren für den Rückbau von WEA in den Ländern vorhanden ist.⁵ Zudem sei zu berücksichtigen, dass sich die Zuständigkeiten der Behörden ändern können und viel wichtiger noch: „Bei Firmenkonstruktionen/-geflechten der Betreibergesellschaften könne es auch industrieseitig schwierig werden, noch einen Verantwortlichen zu finden. Falls der/die letzte Betreiber*in in die Insolvenz gehe, bliebe der Rückbau bei den Grundstückseigentümer*innen oder in letzter Instanz bei der öffentlichen Hand“.⁶

3 Standort

Für den Standort Brand sind drei WEA N163 der Firma Nordex geplant. Entsprechend der technischen Daten⁷ ergeben sich für die Kostenschätzung folgende Massen und Größen pro WEA:

Tabelle 1: Technische Daten der WEA

Bauteil	Maße	Bemerkung
Rotorblatt	26,9t	GFK &CFK
Ankerkorb	18,7t	
Kranstellfläche	45mx35m=1575m ²	Bodenplatte
Fundament für Windzone S	637,9m ² x3,45m=2200,89m ³	Bewehrung 115t Beton 2408t
Hybridturm	163m	Stahl und Betonsektionen
Kühlflüssigkeit	Ca. 800l	

⁵ Vgl. Abschlussbericht, Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen, Dessau: 2023, S.79

⁶ Vgl. . Abschlussbericht, Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen, Dessau: 2023, S.84

⁷ Vgl. Technische Beschreibung Delta 4000 N163, Dokumentennr. 2014649DE

Entsprechend der Standortangaben der Solarcomplex AG ist von einer zusätzlichen Zuwegung von etwa 200m auszugehen, wobei ca. 1000 m Kabeltrassen verlegt werden müssen.⁸

4 Kostenschätzung

4.1 Grundlagen

Für den Rückbau und die Entsorgung der Windenergieanlagen fallen Kosten für folgende Leistungen an:

- Rückbau Kabeltrassen und Zuwegung, Nebenkosten
- Ablassen der Betriebsflüssigkeiten
- Rückbau Hochbauten
- Rückbau Tiefbauten
- Rückbau Bodengründung
- Wiederherstellung Bodenschicht

4.2 Kosten

Tabelle 2: Einrichtung der Baustelle und anschließender Abbau der notwendigen Zuwegung

	Preis	Einheit	Menge	Gesamtpreis
Abtragung des Oberbodens	15	/m ²	800	12.000,00 €
Geotextil, Befestigung, Aluminiumplatten Aufbau, Abbau und Abtransport (LV)(2)	103,52 €	/m	200	20.704,00 €
Rückbau Kabeltrassen (3)	48,36 €	/m	1000	48.360,00 €
Nebenkosten Baustelleneinrichtung, Planungsleistungen, Bauleiter, Sicherheits- und Gesundheitskoordinator, Versicherungen, Vermesser, Bodengutachter(4)	116.000,00 €	Pauschal		116.000,00 €
Summe:				197.064,00 €
(1) Diese Kosten fallen nur einmal für den Gesamtabbau an und werden nicht für jede WEA veranschlagt.				
(2) Bei der Zuwegung wird davon ausgegangen, dass große Teile der Waldwege nur geringfügig angepasst und entsprechend nicht rückgebaut werden müssen. ... bedarf es einer neu angelegten Zuwegung				
(3) Die Kabeltrassen müssen vollständig entfernt werden. Es wird eine Länge aufgrund der Standorte geschätzt.				
(4) Nebenkosten nach Eike 2019				

⁸ Genaue Daten folgen noch

Tabelle 3: Demontage und die Entsorgung der Hochbauten

	Preis	Einheit	Menge	Gesamtpreise
Kran (1)	120.000,00 €	pauschal	1	120.000,00 €
Hilfskran		/Tag		0,00 €
Demontage und Entsorgung Rotorblätter (2)	900,00 €	/t	80,7	72.630,00 €
Rotornabe Demontage und Abtransport (3)	18,75 €	/t	57	1.068,75 €
Maschinenhaus Demontage und Abtransport	18,75 €	/t	73,6	1.380,00 €
Triebstrang Demontage und Abtransport	18,75 €	/t	84,1	1.576,88 €
Abtransport Betonteile & Bewehrung Turm	150,00 €	/8t	327.875	49.181,25 €
Abfallentsorgung (4)	10,00 €	/t	.2623	26.230,00 €
Summe:				272.066,88 €
(1) Die Krankosten wurden von einem lokalen Kranverleiher telefonisch erfragt, welcher Dauer und Kosten anhand seiner Erfahrung beim Aufstellen von WEA geschätzt hat.				
(2) Der Preis pro Tonne ist der Berechnung von Müller-Zitzke vom WEA-Projekt Reinwalden entnommen. Wobei die Entsorgung bzw. das Recycling der Rotorblätter bisher noch nicht abschließend gelöst ist.				
(3) Für den Transport und den Verbleib von Maschinenhaus, Rotornarbe und Triebstrang fehlen Auskünfte. Daher wird der Preis für Betontransport als minimale Berechnungsgrundlage herangezogen.				
(4) Der Preis für die Entsorgung entspricht dem aktuellen Preis für die Abgabe von Beton in einem Recyclingwerk vor Ort.				

Tabelle 4: Entfernung des Fundaments sowie die Entsorgung

	Preis	Einheit	Menge	Gesamtpreis
Abtrag der Überdeckung der Bodenschicht		/cqm		0,00 €
Rückbau (Sprengung/Baggern)(1)	97,93 €	/cqm	2200,89	215.533,16 €
Abfallentsorgung (s.o.)	10,00 €	/t	975	9.750,00 €
Abtransport (s.o.)	18,75 €	/t	6162,492	115.546,73 €
Summe:				340.829,89 €

	Preis	Einheit	Menge	Gesamtpreis
(1) Fundamente von Nordex N163 bei Windzone S haben die Maße: D=28,50m Tiefe=3,45m das entspricht einem Volumen von 2200,89 cqm Der Preis pro t ist dem Angebot des Leistungsnachweises eines Tiefbauingenieurs entnommen (Name darf nicht genannt werden)				

Tabelle 5: Wiederherstellung des Waldbodens (nur) von Kranfläche und Fundament

	Preis	Einheit	Menge	Gesamtpreis
Abtrag der Überdeckung von Mineralgemisch (1)	49,77 €	/cqm	787,5	39.193,88 €
Boden einbauen und verdichten in Baugrube	12,44 €	/cqm	2200,89	27.379,07 €
Mutterboden Abdeckung (2)	13,77 €	/cqm	663,87	9.141,49 €
Summe:				75.714,44 €
(1) Überdeckung von Mineralgemisch wird in einer ungefähren Stärke von 0,5m abgetragen. Die Fläche entspricht der angegebenen Kranfläche. Alle hier aufgelisteten Preise sind dem Angebot des Leistungsnachweises eines Tiefbauingenieurs entnommen (Name darf nicht genannt werden)				
(2) Der Mutterboden wird in einer Stärke von 0,3m zurückgeführt. Die Fläche entspricht der Kranfläche plus der Fläche des Fundaments				

5 Zusammenfassung

Für den Rückbau und die Entsorgung von 3 Windenergieanlagen vom Typ Nordex N163 fallen voraussichtlich folgende Kosten an:

Tabelle 6: Gesamtkosten für den Rückbau der Windenergieanlagen (3 WEA vom Typ Nordex N163)

	pro WEA	Anzahl WEA	Gesamtpreis
Rückbau Kabeltrassen und Zuwegung, Nebenkosten	197.064,00 €	1	197.064,00 €
Rückbau Hochbauten	272.066,88 €	3	816.200,64 €
Rückbau Tiefbauten	340.829,89 €	3	1.024.489,67 €
Rückbau Bodengründung	0,00 €		0,00 €
Wiederherstellung Bodenschicht (Kranstellfläche & Fundamentgrube)	75.714,44 €	3	227.143,31 €
Summe der Rückbaukosten heute	885.675,21 €		2.264.897,62 €
Summe der Rückbaukosten nach 20 Jahren mit einer Inflation von 3,4% pro Jahr			4.420.377,41 €
Summe der Rückbaukosten nach 30 Jahren mit einer Inflation von 3,4% pro Jahr			6.175.394,95 €

(1) Die Inflationsrate wird nach Handlungsempfehlung des Umweltbundesamtes mit dem Mittelwert der letzten fünf Jahre der Preisindizes des statistischen Bundesamtes verwendet.

Die geschätzten Rückbaukosten liegen also um ein Vielfaches über der geforderten Sicherheitsleistung von 149.630 € je Anlage bzw. insgesamt 448.890 € für alle drei Anlagen.

6 Ausblick

Vergleicht man die hier berechneten Rückbaukosten mit an anderer Stelle genannten Rückbaukosten, kann eine Differenz dann beobachtet werden, wenn beispielsweise Rückbaukosten über Faktorisierung anhand der Nabenhöhe, der jährlichen MW, der Rohbaukosten oder der Investitionskosten berechnet wurden, was speziell

für BW nicht vorgesehen ist.⁹ Andere Abweichungen sind erkennbar, wenn unzulässigerweise Kostenminderungen durch recyceltes Material berücksichtigt wurde, wie es beispielsweise bei den Berechnungen der „General Electric Company“ der Fall ist.¹⁰ So weist das Umweltbundesamt in dem Abschlussbericht zur *Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen* darauf hin, dass bei der Berechnung „die tatsächlichen Rückbaukosten ohne etwaige Kostenminderungen durch Verwertungserlöse (z.B. durch Recycling von Materialien)“¹¹ zu betrachten sind.

Die hier veranschlagten Kosten berücksichtigen nur die offensichtlichen Maßnahmen. Für eine detaillierte Kostenaufstellung müssen nach dem Bundesumweltamt folgende Posten berücksichtigt werden:

- Rückbaugenehmigung,
- Absicherung und Einrichtung der Baustelle,
- Stilllegung und Trennung vom Netz,
- Entfernung und Entsorgung der Betriebsflüssigkeiten und sonstigen Gefahrenstoffen,
- Vorbereitung und Einsatz der Krantchnik,
- Lösen von Verbindungselementen,
- Trennung von Spannlitzen,
- Demontage der Rotorblätter und Nabe,
- Demontage des Maschinenhauses,
- Demontage des Turms,
- Demontage der Elektrogeräte,
- Rückbau von Tiefbauten,
- Rückbau von Nebenanlagen,
- Rückbau der Baustelle und Renaturierung.¹²

⁹ Siehe dazu vergleichbare Berechnungsansätze der Bundesländer in: Abschlussbericht, Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen, Dessau: 2023, S.57ff.

¹⁰ Siehe dazu: Technische Dokumentation Windenergieanlage 3MW: https://www.uvp-verbund.de/documents-ing/igc_mv/9957dabf-12f3-409f-ba4c-bc4b9bba07ac/8.1.1%205MW_R%C3%BCckbaukosten_Rev04.pdf, entnommen am 17.12.2024

¹¹ VG Saale, Urt. V. 12.07.2011-4A 29/10 entnommen aus: Abschlussbericht, Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen, Dessau: 2023, S.73

¹² Vgl. Abschlussbericht, Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen, Dessau: 2023, S.103 ff.

Es ist entsprechend damit zu rechnen, dass die reellen Kosten den oben berechneten Betrag noch übersteigen werden. Trotzdem zeigt das Ergebnis, dass die bisher pauschal veranschlagten Sicherheitsleistungen zu gering angesetzt wurden.

7 Verwendet Unterlagen

- [1] NODEX ENERGY SE & Co. KG: Allgemeine Dokumentation, Technische Beschreibung, Delta 4000 – N163/6.X, Rev. 02/07.09.2021
- [2] NODEX ENERGY SE & Co. KG: Allgemeine Dokumentation, Fundamente Nordex N163/6.X, StahlrohrturmTS118-03, Rev. 01/09.12.2021
- [3] NODEX ENERGY SE & Co. KG: Allgemeine Dokumentation, Transport, Zuwe- gung und Krananforderungen, Delta 4000 – N163/6.X, Rev. 01/01.04.2021
- [4] ENERCON GMBH: Technische Beschreibung, Demontage und Entsorgung ENERCON Windenergieanlagen, D0189163-3 /DA, 28.06.2019
- [5] Rückbaukosten von Windkraftanlagen, Okt.2019
- [6] INITIATIVE FÜR BODENFELDE JAN ERIC & ANNETTE MÜLLER- ZITZKE: FASSUNG für die Öffentlichkeit, Aktualisierte Fassung der Einwendung vom 21.Dezember 2020 gegen den Antrag der EAM Natur GmbH, Dillenburg, im Auftrag des Vorhabenträgers Windpark Reinhardswald GmbH & Co. KG, Grebenstein, auf Genehmigung von 18 Windenergieanlagen im Reinhardswald in den Vorrang- gebieten KS/4a (Farrenplatz) sowie KS/4b (Langenberg/Hahneberg), 16.Ap- ril.2022
- [7] IMPRESSUM, LÄNDERFINANZIERUNGSPROGRAMM WASSER, BODEN UND ABFALL 2020: Anforderungen des Bodenschutzes an den Rückbau von Windenergie- anlagen, 03.März.2021, redaktionelle Änderungen 15.Juli 2021,18.08.2023 im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)
- [8] LANDKREIS KONSTANZ: Immissionsschutzrechtliche Genehmigung, 17.12.2024
- [9] LANDKREIS KONSTANZ: Öffentliche Bekanntmachung nach § 10 Abs. 8 Bundes- Immissionsschutzgesetz (BImSchG) i. V. m. § 21a der Verordnung über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV) über die Erteilung der Genehmigung für den Windpark Brand, 18.12.2024
- [10] LANDTAG VON BADEN-WÜRTTEMBERG: Antrag der Abg. Frank Bonath und Daniel Karrais u. a. FDP/DVP und Stellungnahme des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Rückbau, Recycling und Repowering von Wind- kraftanlagen in Baden-Württemberg, Drucksache 17 / 4382, 13.3.2023