

Weiterbetrieb über 20 Jahre hinaus aus technischer Sicht

Ein Einblick in den aktuellen Stand zur Laufzeitverlängerung von WEA

Von Daniel Schütt

Die Klassifikationsgesellschaft DNV GL, die 2013 durch eine Fusion aus ehemals Det Norske Veritas (DNV) und Germanischer Lloyd (GL) entstand, hat ihren Standard zur Laufzeitverlängerung überarbeitet. Die ursprüngliche „Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen“ (GL) aus dem Jahr 2009 musste den aktuellen Rahmenbedingungen angepasst und präzisiert werden. So erschien im März 2016 der neue Standard „Lifetime extension of wind turbines“ (DNVGL-ST-0262¹) zusammen mit der dazugehörigen Servicespezifikation „Certification of lifetime extension of wind turbines“ (DNVGL-SE-0263²).

Die in den letzten Jahrzehnten errichteten Windenergieanlagen sind im Allgemeinen für eine Laufzeit von 20 Jahren entworfen worden. Mit dieser planmäßigen Nutzungsdauer kommen zurzeit und in den nächsten Jahren viele tausend WEA in ein Alter (vgl. Abb. 1), welches Betreiber vor ein Problem stellt: Wie verfare ich mit

meiner Anlage? Im Zuge des steigenden Potenzials durch alternde Anlagen sowie der vergangenen (2014) und aktuellen (2016) Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und dem damit entfallenen Repowering-

Bonus, der strikten Deckelung des Ausbaus und dem kleiner werdenden Handlungsspielraum für das Errichten neuer Windparks durch die Bauleitplanung, gewinnt der Weiterbetrieb an Relevanz. Vom Weiterbetrieb wird

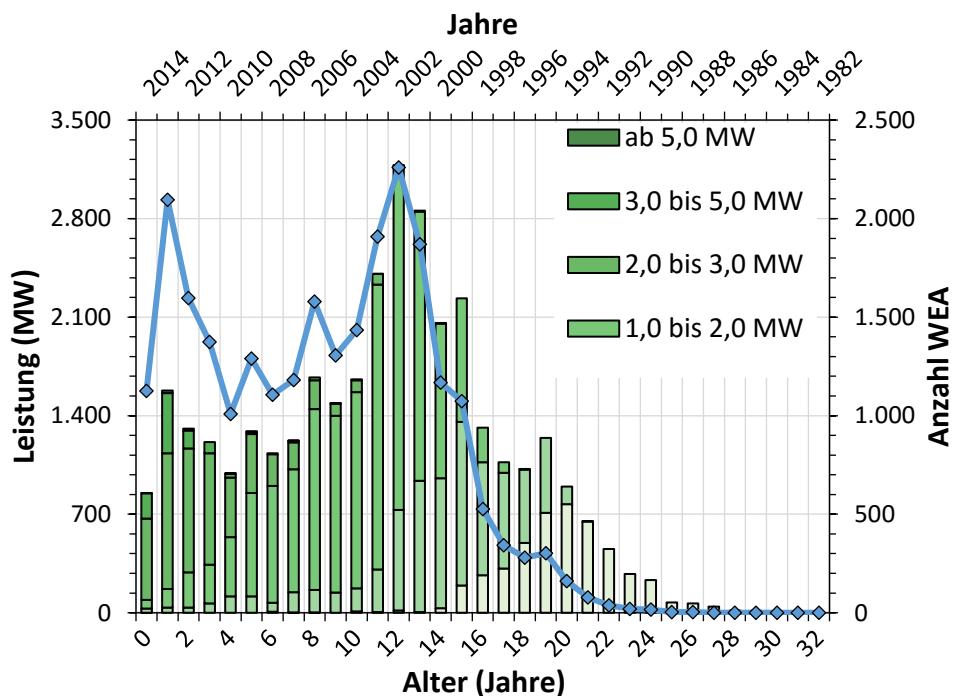


Abbildung 1: Altersstruktur sowie deren Verteilung in den aufgeführten Leistungsklassen von WEA in Deutschland. Quelle: Keiler, Jochen; Häuser, Helmut: Betreiberdatenbasis - Betriebsdaten von Windanlagen. September 2014

¹<http://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNVGL/ST/2016-03/DNVGL-ST-0262.pdf>

²<http://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNVGL/SE/2016-03/DNVGL-SE-0263.pdf>

dann gesprochen, wenn die Gesamtnutzungsdauer die planmäßige Nutzungsdauer übersteigt

normativen Charakter. Der wichtigste Ansatz für einen technischen Nachweis zur Restnutzungsdauer ist die Ge-

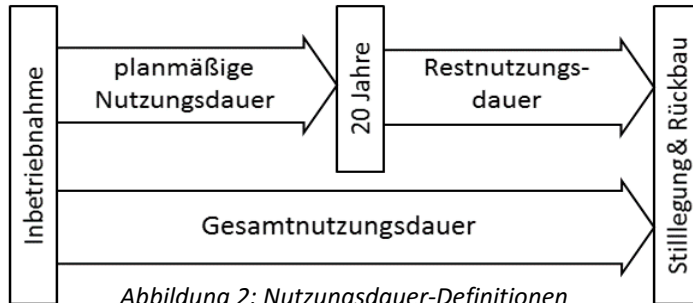


Abbildung 2: Nutzungsdauer-Definitionen

(siehe Abb. 2). Die Gesamtnutzungsdauer sollte dabei möglichst nah an die Lebensdauer, also die Dauer der Funktionstüchtigkeit der Anlage, heranreichen.

Bei rechtzeitigem Handlungsbewusstsein kann einer Stilllegung aufgrund des Ablaufs baubehördlicher Genehmigungen (Grundlage hierfür ist die Typenprüfung) entgegengewirkt werden. Hierfür wird ein Nachweis notwendig, der entgegen der ursprünglichen Entwurfslebensdauer weitere Betriebsjahre ermöglicht. Damit lässt sich der erhöhte finanzielle Aufwand aufgrund des Rückbaus hinauszögern und der Betreiber profitiert durch die verlängerte Betriebszeit von zusätzlichen Einnahmen aus den Stromerlösen. Besonders attraktiv scheint die Laufzeitverlängerung für Betreiber, deren Standort nicht repowert werden kann, weil die Fläche von Seiten der Bauleitplanung nicht mehr genehmigungsfähig ist. Was muss nachgewiesen werden, damit die zeitlich limitierte Typenprüfung eine Laufzeitverlängerung ermöglicht?

Die neue Richtlinie des DNV GL gibt Aufschluss darüber, wie ein Nachweis für eine Verlängerung der Nutzungsdauer zu erfolgen hat, klärt die technischen Anforderungen und hat einen

währleistung eines sicheren Betriebs. Diesbezüglich wird nicht nur der technische Zustand bewertet, sondern auch ein Abgleich mit gültigen Normen empfohlen.

Dazu werden im Detail die Bewertungsmethoden definiert, anhand dessen der Anlagenzustand beurteilt werden kann. Der Fokus fällt dabei auf die Lastkomponenten, strukturelle Baugruppen sowie das Steuerungs- und Schutzsystem. Der Bewertungsumfang wird im Detail in der Richtlinie tabellarisch dargestellt und umfasst die Rotorblätter, Maschinenkomponenten, Turm, Fundament, Steuerungs- und Schutzsystem und elektrische Komponenten.

Grundsätzlich ist es notwendig eine analytische und praktische Bewertung in Kombination vorzunehmen. Für den theoretischen Teil werden drei Ansätze dargestellt:

- vereinfachter Ansatz,
- detaillierter Ansatz und
- wahrscheinlichkeitsbasierter Ansatz.

Die aus der Entwicklung hervorgehenden Berechnungen müssen wiederholt und unter Berücksichtigung der standortspezifischen Gegebenheiten um Erfahrungen und Daten aus dem Betrieb ergänzt werden. Mithilfe der

analytischen Methoden wird die potenzielle Laufzeitverlängerung berechnet. Änderungen an den WEA, um den aktuellen Stand der Technik zu erfüllen, sind nicht notwendig, sofern folgende Bedingungen erfüllt sind:

- die Betriebs- und Umgebungsbedingungen werden eingehalten oder sind besser als die Auslegungsbedingungen und
- der Turbinentyp hat keine allgemein bekannten Mängel, die eine Gefahr für Leib, Leben und Umwelt darstellen.

Es ist daher nicht notwendig, alle Anforderungen aktuell gültiger Normen zu erfüllen, wenn es sich um Bestandsanlagen handelt. Der Schwerpunkt der Bewertung liegt immer auf der strukturellen Unversehrtheit und die sollte normunabhängig gegeben sein.

In allen drei analytischen Methoden wird empfohlen Messdaten aus WEA-Messungen, z. B. CMS oder Lastmessungen, und Standortmessungen, z. B. mit einem Messmast, hinzuziehen. Weiterhin soll grundlegend der Ermüdungsgrenzzustand ermittelt werden. Die Überprüfung der lasttragenden Komponenten und Verbindungen erfolgt stets durch einen Vergleich der Ermüdungslasten, wobei die Berechnungen nach aktuellem Stand der Technik mit Lastsimulationsmodellen durchzuführen sind. Die Ermüdungslasten werden zum einen auf Grundlage der ursprünglichen Auslegungsbedingungen (z. B. die vor 20 Jahren angewandte Norm) und zum anderen auf Grundlage der realen Standortbedingungen berechnet. Dies geschieht für jede relevante Baugruppe mit dem Ziel, die Komponenten mit der limitierenden Restlebenszeit zu ermitteln. Anhand der Berechnungsergebnisse kann die mögliche Laufzeitverlänge-

Angabe angegeben werden. Weiterhin muss ein anlagenspezifischer Inspektionsplan erstellt werden, der den Umfang und die Intervalle definiert.

Der vereinfachte Ansatz wird nahegelegt, wenn keine oder nur ein Teil der Entwurfsdokumente der WEA zur Verfügung steht. Unter diesen Umständen werden die ursprünglichen Auslegungsbedingungen mit den realen Standortbedingungen aus dem Betrieb verglichen, indem die Lasten bei der Zustände simuliert werden. Wenn die realen Bedingungen den Auslegungsbedingungen entsprechen, müssen extreme Belastungen nicht beurteilt werden.

Für den detaillierten Ansatz ist es erforderlich, dass sämtliche Dokumente aus der Entwicklung der WEA vorhanden sind. Inhalt dieses Ansatzes ist der Vergleich des ursprünglichen Entwurfs mit einer erneuten Konstruktionsberechnung. Die Lastenberechnung erfolgt auch hier nach dem oben beschriebenen Schema. Zur Bewertung werden zusätzlich die historischen Betriebsdaten sowie Ereignisberichte (Fehler, Service, Wartung, Inspektion usw.) betrachtet. Die detaillierte Analyse ermittelt darüber hinaus in zwei Schritten:

1. die zulässigen typenspezifischen und standortunabhängigen Umweltbedingungen und
2. die am Standort vorliegenden Umweltbedingungen zum Vergleich mit den zulässigen typenspezifischen Umweltbedingungen (aus Schritt 1).

Wenn die Ermüdungsprüfung einer Komponente die Laufzeitverlängerung nicht erfüllt, kann im nächsten Schritt geprüft werden, ob eine geeignete Maßnahme wie beispielsweise ein Austausch oder eine Betriebsmodifikation den Weiterbetrieb ermöglicht. Die dritte Methode ist ein probabilisti-

schers Ansatz. Um strukturelle Fehler zu erkennen, werden stochastische Analysen verwendet. Unsicherheiten des vereinfachten und detaillierten Ansatzes können durch geeignete Wahrscheinlichkeitsverteilungen erklärt werden. Dieser Ansatz erfordert eine möglichst detaillierte Dokumentation der Vorgehensweise, um die Berechnungen nachvollziehen zu können.

Auf den theoretischen Teil folgt ein praktischer Teil: eine Inspektion der WEA unter Berücksichtigung der Wartungs- und Betriebshistorie und der Felderfahrung zum Anlagentyp. Diese Inspektion soll die Eignung der WEA für eine Laufzeitverlängerung prüfen. Die Richtlinie enthält dafür eine Inspektionsliste, deren Umfang das Minimum darstellt und durch zusätzliche Auflagen aus den Analysen und anhand der Betriebshistorie ergänzt werden kann.

Ziel der Vor-Ort-Untersuchung ist die Früherkennung von Ermüdungsschäden an lasttragenden Komponenten. Es wird ein Inspektionsrhythmus festgelegt. Der Prüfumfang kann im Rahmen der Inspektion erneut angepasst und erweitert werden, falls z. B. Komponenten Auffälligkeiten aufweisen. Aus den analytischen und praktischen Untersuchungen können durchzuführende Maßnahmen hervorgehen, die an einen möglichen Weiterbetrieb geknüpft sind. Der Inspektionsbericht gibt diese Empfehlungen oder Verpflichtungen an und zeigt Beschränkungen für die verlängerte Laufzeit auf. Weiterhin wird ein Intervall der Folgeprüfungen bestimmt.

Werden Mängel aufgedeckt, die die strukturelle Makellosigkeit teilweise oder vollständig in Frage stellen und ggf. Schäden hervorrufen können, wird die Stilllegung empfohlen. Die Richtlinie verweist in der novellierten

Version viel detaillierter auf die Möglichkeiten der Nachweisführung und gibt konkrete Maßnahmen zur Berechnung vor, die im Anhang der Richtlinie als Kurzfassung veröffentlicht sind. Zwingend erforderlich ist die Kombination von theoretischer und praktischer Untersuchung. Neben den fachlichen Anpassungen sind inhaltliche Neuerungen hinzugekommen. In der aktuellen Version wird nicht nur auf Onshore-, sondern auch auf Offshore-WEA eingegangen. Zudem verweist DNV GL darauf, dass Betreiber und Hersteller von einer Vielzahl von Wegen zum Weiterbetrieb profitieren. Je nach Standort kann die Prüfung auf Basis der Richtlinie erhebliche Betriebszeitreserven ermitteln. Weiterhin wurde eine Richtlinie zur Zertifizierung der Lebensdauerverlängerung als Servicespezifikation veröffentlicht. Die zeigt Anwendern auf, wie sie die Eignung zur Lebensdauerverlängerung nachweisen und diese Dienstleistung auch beglaubigen lassen können. Die große Veränderung zur vorherigen Richtlinie bleibt jedoch die detailliertere Beschreibung, welche Schritte notwendig sind, um den Nachweis zur Laufzeitverlängerung zu erbringen.

Ist sich der Betreiber seiner Situation bewusst und handelt frühzeitig, steht ihm nur die Prüfung zum Weiterbetrieb im Weg. Gerade ältere WEA, die aufgrund hoher Sicherheitsfaktoren entwickelt und errichtet wurden, haben gute Chancen, weiterbetrieben zu werden. Es bleibt jedoch die Wirtschaftlichkeit des Weiterbetriebes unter Berücksichtigung der Kosten für die Prüfung und gegebenenfalls die sich daraus ergebenden Maßnahmen zu bewerten.