

Kraftwerkstechnisches Kolloquium,
Dresden
Oktober 2014

**ERFAHRUNG MIT DER
TECHNISCHEN
ENTWICKLUNG UND
PLANUNG VON WINDPARKS**

Andreas Dennewitz
Energy Technologies
STEAG Energy Services

ERFAHRUNG MIT DER TECHNISCHEN ENTWICKLUNG UND PLANUNG VON WINDPARKS

Andreas Dennewitz

1.	Standard-OEM-Verträge für WKA, Vorteile/Nachteile	2
2.	Was sind Serienteile einer WKA?	4
3.	Kann der Eigentümer die Qualität einer WKA/eines Windparks beeinflussen?	5
4.	Projektmanagement	6
5.	Wo sind die optimalen Schnittstellen zwischen den verschiedenen Auftragnehmern oder ist ein Turn-Key-Auftrag die beste Lösung?	8
6.	Was sind die technischen Anforderungen und Verträge für den Netzanschluss von Windparks?	9
7.	Anforderungen an die Gründung der WKA	11
8.	Was sind die Anforderungen an die technische Dokumentation des Windpark-Anbieters?	11
9.	Was sind die wesentlichen Herausforderungen für die Baustelle?	12

Abkürzungsverzeichnis

CMS	Continuous Monitoring System
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
FRT	Fault Ride Through
GL	German Lloyd
IEC	International Electrotechnical Commission
ITP	Inspection and Test Plan
LVRT	Low Voltage Ride Through
NTP	Notice to Proceed
OEM	Original Equipment Manufacturer
O&M	Operations and Maintenance
PCC	Point of Common Coupling
PPAP	Production Part Approval Process

QAP	Quality Assurance Plans
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control
R&I	Verfahrensschema
RfP	Request for Proposal
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
VGB	Vereinigung der Großkesselbesitzer e. V.
WKA	Windkraftanlage

Das Verständnis der Prozesse und die entsprechenden Wechselwirkungen zwischen Eigentümer, Auftragnehmer, einzelnen Lieferanten, Behörden und Grundstückseigentümern spielt eine wichtige Rolle für die optimale Realisierung von Windparks. In diesem Bericht werden wir die Erfahrungen präsentieren, die wir bei der Entwicklung, Planung und Realisierung von Windparks im Ausland gemacht haben. Wir erläutern auch die Bemühungen, die unternommen wurden, um die neuen Herausforderungen für eine optimale Realisierung von Windparks für den Eigentümer zu meistern. Es ist nicht unsere Absicht, in diesem Bericht die Technik der verschiedenen Anbieter von Windkraftanlagen (WKA) zu bewerten. Die hier beschriebenen Erfahrungen wurden mit einem Windpark, bestehend aus 36 WKA, in der Planungs- und Realisierungsphase gemacht.

1. Standard-OEM-Verträge für WKA, Vorteile/Nachteile

Nachdem STEAG vor einigen Jahren begann, erste Windparks zu entwickeln, wurden erhebliche Abweichungen zwischen Inhalt und Struktur der Standard-OEM-Lieferverträge und der eigenen Philosophie erkannt. STEAG mit seinen umfangreichen Erfahrungen in der Entwicklung, Realisierung und dem Betrieb von thermischen Kraftwerken entschied sich, einen ähnlichen Ansatz für die Realisierung von zukünftigen Windenergie-Projekten zu folgen. Es wurden Anpassungen an die spezifischen Bedingungen und Anforderungen des Windgeschäfts vorgenommen. Folglich entwickelte STEAG zusammen mit dem OEM einen Vertrag, der das Recht des Eigentümers auf Information und Steuerung des Projektes und den ungehinderten und ungestörten Zugang zu den Werkstätten und zur Baustelle sichert.

Hauptgründe dafür, eigene Standardbedingungen mit den OEMs zu verhandeln, waren einerseits die Einbindung der Eigentümerrechte und andererseits Prozesse, die es ermöglichen, während der Projektrealisierung die Auftragnehmer zu koordinieren und zu steuern, um das Projekt in Time, Quality und Budget zu realisieren.

STEAG zielt mittelfristig darauf ab, die O&M-Leistungen (Betrieb und Wartung inkl. des kompletten Services von WKA) in ihren eigenen Windparks nach Auslauf der langfristigen Serviceverträge der Windanlagenhersteller zu erbringen. Deshalb ist es wichtig, dass die Übergabe der erforderlichen Unterlagen – nicht

nur der Hersteller-Standards – bereits in den jeweiligen Liefer- und Leistungsvereinbarungen festgelegt ist.

Darüber hinaus ist der Zugriff auf die Speicherung und Auswertung aller Betriebs- und Wartungsdaten ab der Inbetriebnahme bis zum Auslauf der Wartungsverträge zwingend erforderlich, um ein bestmögliches Wissen über den Windpark und damit einen reibungslosen Übergang von der O&M-Verantwortung vom Hersteller auf den Eigentümer zu garantieren. Obwohl es offensichtlich scheint, dass der Besitz und Zugriff auf die Betriebsdaten dem Eigentümer des Windparks zusteht, ist es empfehlenswert, dieses Thema in entsprechenden Verträgen festzulegen.

Neben der Übermittlung und der Speicherung von Betriebsdaten, beginnt STEAG bereits bei der Inbetriebnahme der WKA mit der Auswertung von Betriebs- und Leistungsdaten mit entsprechenden IT-Tools (Eigenentwicklung). Diese Auswertung liefert wertvolle Informationen, um die Windpark-Leistung zu optimieren und um Ansprüche, zum Ende der Gewährleistungsfrist oder z. B. im Falle von Wiederholungsfehlern, anzuzeigen und durchzusetzen.



Abb. 1: Vertragsstruktur technischer Teil

Darüber hinaus hat der Eigentümer das Recht, eigenes Personal durch die Teilnahme an Bildungsveranstaltungen bei einem Hersteller-Schulungszentrum zu qualifizieren. Des Weiteren wird das O&M-Personal von STEAG während der Betriebsphase in die WKA-Wartungsarbeiten eingebunden.

WKA sind in der Regel entwickelte Produkte, die der Eigentümer nur in einer sehr eingeschränkten Weise nach seinen Bedürfnissen/Wünschen ändern kann.

Der Hauptgrund ist die Zertifizierung (GL/IEC/DIBt), welche in der Regel eine Re-zertifizierung bei Veränderung einzelner Systeme oder Komponenten nach sich zieht. Daher bieten die Hersteller in der Regel technische Optionen wie CMS, Brandmelde- oder Schutzsysteme, SCADA-Upgrades, Videoüberwachung, ein Schließsystem, Flughindernisbefeuern usw. an.

Abhängig von der O&M-Strategie des Eigentümers, versicherungs- oder projektspezifischen Genehmigungsaufgaben muss der Eigentümer entscheiden, ob die Standard-WKA ausreichend für das einzelne Projekt ist oder ob technische Änderungen vertraglich festgelegt werden müssen. Im Falle der Einbindung von Anwendungen von Drittanbietern wie z. B. CMS sollten Eigentümer und Hersteller dies gemeinsam festlegen.

2. Was sind Serienteile einer WKA?

Eine WKA besteht aus Serien- und Nichtserienteilen (Einzelteilen). Das heißt, die Serienteile werden projektunabhängig hergestellt und für Windenergieanlagen des gleichen Typs verwendet. Die Nichtserienteile werden nur für ein spezielles Projekt hergestellt. Der Eigentümer hat nicht die Möglichkeit, das Design oder die Qualität von Serienteilen zu beeinflussen. Jedoch haben die Hersteller Konzepte, um die Qualität dieser Serienteile zu gewährleisten. Dieser sogenannte Production Part Approval Process (PPAP), der ursprünglich in der Automobilindustrie entwickelt wurde, wird von den meisten Herstellern von WKA genutzt.

In den meisten Projekten sieht der Eigentümer zwar nicht die Herstellung seiner Geräte, kann aber den Qualitätssicherungsprozess des Herstellers bewerten.

Im Gegensatz dazu, kann der Eigentümer die Herstellung von Nichtserien- bzw. Einzelteilen beobachten und prüfen.

Serienteile einer WKA sind u. a.:

- Rotorblätter
- Nabe (gegossen)
- Hauptwelle (gegossen oder geschmiedet)
- Nacelle-Grundrahmen
- Getriebe, Bremsen
- Generatoren
- Transformatoren
- Wandler
- Leitsystem, Regler
- montiertes Maschinenhaus

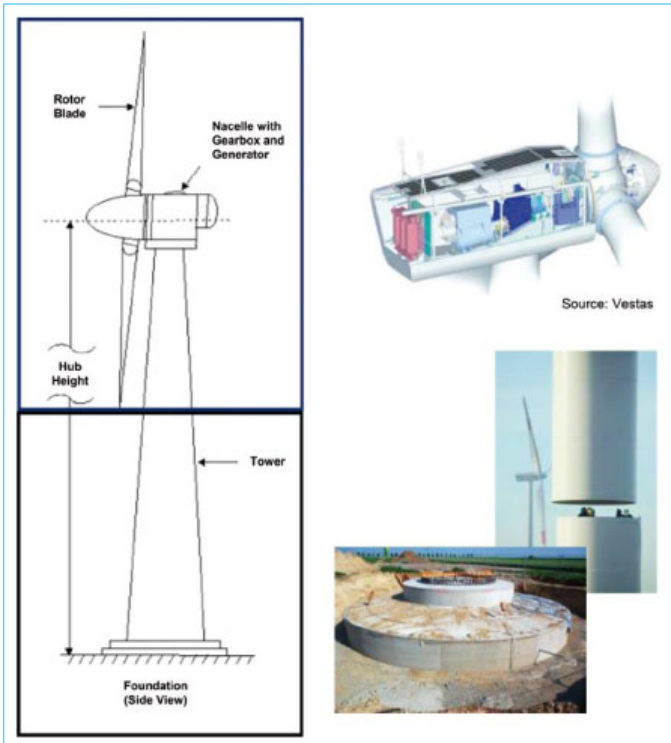


Abb. 2: Aufbau WKA

Nichtserienteile einer WKA sind vor allem:

- Turm, Stahlkonstruktion
- Fundament

Für die Nichtserienteile sollten sogenannte Inspektions- und Testpläne (ITPs, siehe auch Kapitel 3) vom Auftragnehmer erstellt und vom Auftraggeber überprüft werden. In diesen ITPs werden der Herstellungsprozess und die damit verbundenen Tests beschrieben, um die Qualität des Produkts überprüfen zu können.

3. Kann der Eigentümer die Qualität einer WKA/eines Windparks beeinflussen?

Wie oben erwähnt, hat der Eigentümer keinen Einfluss auf die Qualität aller Teile einer WKA, aber der Eigentümer kann die Prozesse der Hersteller (für Serienteile) zur Qualitätssicherung/-kontrolle durchsehen und überprüfen. In Bezug auf die Qualitätssicherung/-kontrolle für Einzelteile ist es auch möglich, die Qualität durch ITPs zu beeinflussen. Mit den RfP-Dokumenten (Request for Proposal) sendet STEAG sogenannte QAPs (Quality Assurance Plans) an die präqualifizierten Bieter. Während der Angebotsphase müssen die Bieter ihre Standard-ITPs zurücksenden, damit diese überprüft werden. Während dieser frühen Phase

bekommt der Eigentümer einen ersten Überblick über QA/QC-Maßnahmen der Lieferanten. Gibt es Zweifel an der Qualifikation der Bieter, werden vor der Vertragsvergabe QA/QC-Audits in den Fertigungsstätten der Bieter vorgenommen.

Neben der Herstellung der Komponenten sollen die Transportbedingungen von der Fertigungsstätte zum Standort, die Lagerbedingungen und die Montagetarbeiten für den Windpark festgelegt und überwacht werden.

Angesichts begrenzter Zugänglichkeit einiger Komponenten nach dem Anheben bzw. der Montage wird dringend empfohlen, die Hauptbestandteile der WKA bereits nach der Lieferung zu prüfen.

Die individuellsten Teile eines Windparks sind die Straßen, Kranstellflächen und die Fundamente der WKA. Daher hat STEAG eine sehr intensive Überwachung für diese Bereiche eingerichtet.

4. Projektmanagement

STEAG ist davon überzeugt, dass ein Eigentümer zu Beginn eines Projektes die Möglichkeiten hat, sicherzustellen, das Projekt im Zeitplan, im Budget und der entsprechenden Qualität zu realisieren. Der erste Schritt ist ein entsprechendes Projektmanagement zu etablieren. Der Eigentümer sollte eine Projektorganisation aufstellen, bestehend aus technischen Bereichen und dem Management der verschiedenen Verträge, Kostenplanung/-kontrolle und Terminplanung/-steuerung. Wie oben erwähnt, müssen mindestens drei oder vier technische Verträge vom Eigentümer für den Bau des Windparks verwaltet werden. Folglich muss der Eigentümer die Schnittstelle zwischen den Lieferanten während der Planungs- und Montage-/Inbetriebnahmephase koordinieren. Darüber hinaus ist der Eigentümer für die Erfüllung der Genehmigungsaufgaben, die Arbeitssicherheit und den Umweltschutz verantwortlich.

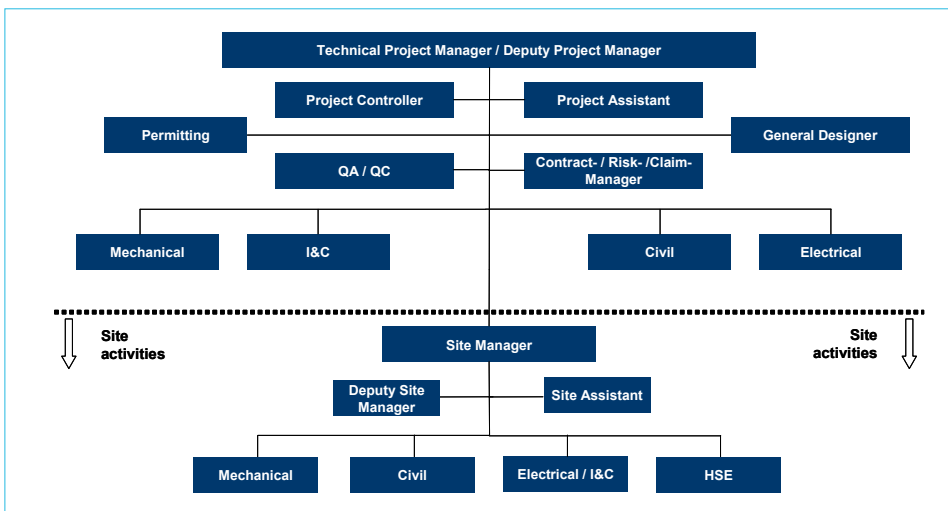


Abb. 3: Organigramm

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden u. a. ein umfangreicher Projektstrukturplan und ein Terminplan erstellt sowie eine entsprechende Projektorganisation aufgebaut.

Wesentliche Aufgaben zu Beginn des Projektes sind u. a.:

- Klärung, Auswertung, Beurteilung, des Windpotenzials
- erste Auswertung der Umgebungsbedingungen und Anforderungen
- Klärung Straßen- und Netzanschluss, Bodenqualität

Nach der Klärung ist eine erste Kostenschätzung für den technischen Teil des Projekts möglich und der Eigentümer sollte das Basic-Engineering unter anderem mit folgenden Aufgaben ausführen:

- Windmessung: Durchführung, Beurteilung
- detaillierte Bodenuntersuchung, auch seismisch
- Plantlayout, Micrositing
- Winderträge: Durchführung von Spezialfirmen, Prüfung vom Eigentümer
- Umweltbedingungen und -anforderungen: z. B. Lärm, Flugverkehr, Schattenwurf, Schutz von Fauna und Flora
- Netzanbindung: Der Eigentümer muss mit dem Netzbetreiber die Bedingungen für die Einspeisung und den Netzanschluss klären (Kapitel 6)
- Ersatz- und Verschleißteilkonzept
- Montage-/Inbetriebnahme-Konzept
- Qualitätskonzept (Kapitel 3)
- O&M-Konzept/SCADA
- Zugang zum Standort, Infrastruktur, Verkehr, Lagerkapazität, Verkehrsaufkommen
- Vergabekonzept (Turn-Key, Lose)

Nach der Erledigung oben genannter Aufgaben ist eine zweite detaillierte Kostenschätzung möglich und der Beschaffungsprozess startet mit der Erstellung der Spezifikationen und der Angebots-Auswertung und -Vergabe.

Mit den oben genannten Aktivitäten schafft der Eigentümer die Grundlage für die technische Umsetzung der Projekte.

Nach der Vergabe der verschiedenen Verträge, werden die technischen Unterlagen der Auftragnehmer überprüft. Dies sind vor allem Dokumente für den bau- und elektrotechnischen Teil (wie Auslegung von Straßen, Kranstellflächen, Schaltanlagen usw.). Wie oben erwähnt, bestehen die WKA hauptsächlich aus Serienteilen, deren Ausführung festgelegt ist. Während der Herstellung der verschiedenen WKA-Komponenten werden mehrere Prüfungen in den Werkstätten durchgeführt. Auf der Baustelle überwacht ein eigenes Team die Ausführung.

Für alle Projektphasen, beginnend mit der NTP bis zur endgültigen Abnahme, wurde ein firmeneigenes WKA-spezifisches Verfahren mit mehreren Abnahmeprüfungen eingeführt. Diese Abnahmeprüfungen werden für alle Gewerke wie Straßen, Kranstellflächen, Schaltanlagen und WKA durchgeführt. Sie bilden auch Voraussetzung für einzelne Zahlungen.

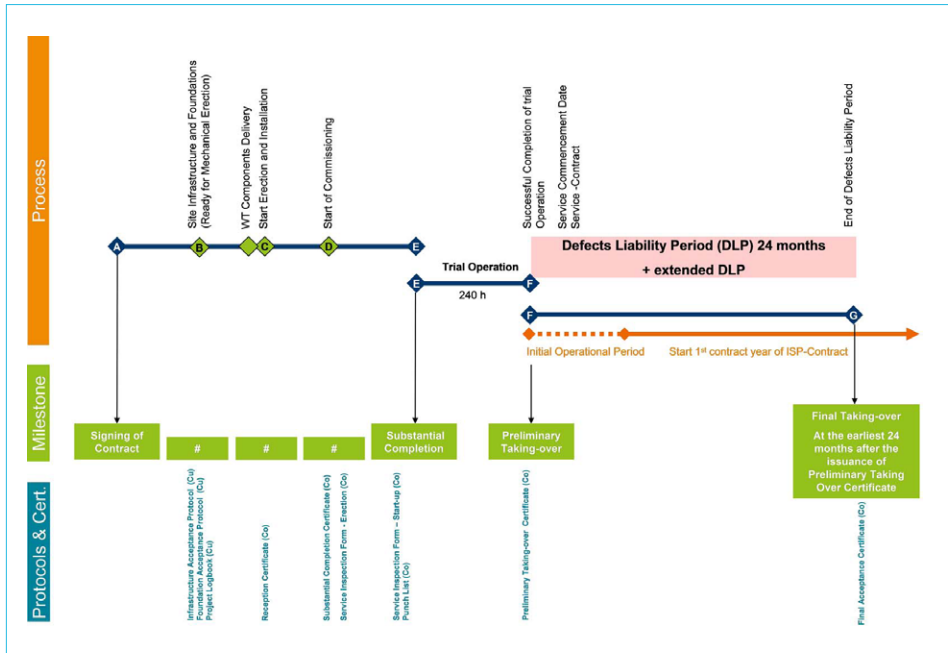


Abb. 4: Projekt-Sequenzen

5. Wo sind die optimalen Schnittstellen zwischen den verschiedenen Auftragnehmern oder ist ein Turn-Key-Auftrag die beste Lösung?

Heute wird die Entscheidung, ob ein Projekt als Turn-Key oder losweise realisiert werden soll, von der Art der Projektfinanzierung beeinflusst. Banken fordern maximale Sicherheit unter anderem durch Verlagerung der Risiken auf einen Generalunternehmer. Turn-Key-Projektstrukturen sind aber nicht der Standard im Windmarkt. Zum Beispiel versuchen Finanzinvestoren ohne technisches Know-how die Risiken der Realisierung an eine Partei zu übertragen und so dem Turn-Key-Ansatz zu folgen. Normalerweise führen diese Projektstrukturen zu reduzierten Renditen.

STEAG versucht mit seinem technischen Know-how in der Regel, Windenergieprojekte durch das Festlegen folgender Lose zu entwickeln:

- (i) WKA einschließlich Fundament (einschließlich Pfahlgründung und Bodenverbesserung)
- (ii) elektrische Anlagenperipherie einschließlich der windparkinternen elektri-

schen Einrichtungen wie Verkabelung, Unterverteiler und Netzanschluss und (iii) Standortinfrastruktur, einschließlich Straßen und Kranstellflächen sowie die Baustelleninfrastruktur (Büros und Lager, Baustrom usw.)

Diese Projektstruktur mit Hauptlosen ermöglicht es üblicherweise, den Anforderungen der Banken nachzukommen, Investitionskosten zu reduzieren und die Arbeit der Auftragnehmer zu beeinflussen und zu steuern, um das Projekt im Zeitplan mit maximaler Qualität zu realisieren. Diese Projektstruktur erfordert entsprechende Fähigkeiten in der Projekt- und Bauleitung, qualifiziertes Personal und bewährte Methoden und Verfahren der Projektabwicklung.

6. Was sind die technischen Anforderungen und Verträge für den Netzanschluss von Windparks?

Einer der wichtigsten Punkte eines Windpark-Projektes ist die Vorbereitung des Netzanschlusses. Die Verfahren und Bedingungen des Anschlusses müssen in einem frühen Stadium des Projekts definiert werden. Die Zusage des Netzbetreibers und der Netzanschlussvertrag sind wesentliche Schritte.

Netzanschlusspunkt und vorläufige Bestätigung

In einem ersten Schritt sucht der Eigentümer nach dem nächsten Anschlusspunkt zum Verteilungs- oder Transportnetz, abhängig von der Nennleistung des geplanten Windparks. Beim Netzbetreiber muss ein Antrag für den Anschluss an der spezifizierten Stelle eingereicht werden.

Der Netzbetreiber entscheidet über den Antrag aufgrund einer Studie, die durch den Netzbetreiber oder eine vom Netzbetreiber akkreditierte Gesellschaft durchgeführt wird. Diese Studie verifiziert hauptsächlich die Kapazität des betroffenen Netzbereiches, die Auswirkungen auf die Netzstabilität und ermittelt notwendige Netzverstärkungs- und Erweiterungsarbeiten.

Im Gegenzug dazu erhält der Eigentümer entweder eine vorläufige Genehmigung des angefragten Anschlusspunktes oder der Netzbetreiber verweist auf einen anderen Anschlusspunkt. Zusammen mit der vorläufigen Bestätigung informiert der Netzbetreiber über:

- Lage des Netzübergabepunktes (PCC):

Diese Stelle definiert den Grenzpunkt zwischen Windpark und Netzbetreiber. Üblicherweise endet/beginnt hier das Eigentum der Installationen und hier wird die Abrechnung eingerichtet. Der PCC ist nicht unbedingt mit dem Netzanschlusspunkt identisch.

- Mögliche Leistungseinschränkungen des Netzanschlusses:

Diese Einschränkungen können dauerhaft oder vorübergehend sein, abhängig von der Transportkapazität des lokalen Netzes, anderen Energieerzeugern und der Auslastung.

- Technische Voraussetzungen, die vom Windpark erfüllt werden müssen:

Die Grundvoraussetzungen sind Blindleistungskapazität, Wirkleistung/Frequenzregelung, Spannungsregelung, dynamische Anforderungen (LVRT – Low Voltage Ride Through, FRT – Fault Ride Through). Sie basieren in der Regel auf dem nationalen Gridcode, ergänzt durch Besonderheiten der Windparks.

- Erweiterungsmaßnahmen des Netzanschlusspunktes:

Um den neuen Windpark anzuschließen, ist es zumindest notwendig, das bestehende Umspannwerk mit einem Abgang für den Windpark zu erweitern. Aber auch ein komplett neues Umspannwerk könnte nötig sein, ebenso wie eine Freileitung oder Kabelverbindung. Der Eigentümer kann aufgefordert werden, diese Arbeiten durchzuführen oder aber der Netzbetreiber realisiert die Arbeiten, deren Kosten er sich durch die Anschlussgebühr erstatten lässt.

Die Erfahrungen zeigen, dass diese Schritte während der frühen Projektphase durchgeführt werden müssen. Das Netzanschlusskonzept kann kritische Punkte beinhalten, welche zeitraubende Verhandlungen und Revisionen der Studie verursachen können. Wenn das vereinbarte Anschlusskonzept die Errichtung einer Freileitung oder eine Hochspannungskabelverbindung beinhaltet, erfolgt darüber hinaus die Realisierung in der Regel über eine lange Zeit, sogar Jahre, wenn Rechts- und Genehmigungs-Diskussionen beginnen.

Die Leistungskapazität des Windparks muss vertraglich geregelt vorgehalten werden. Diese Reservierung gilt oft nur für einen bestimmten Zeitraum und kann zu einer Reservierungsgebühr führen.

Netzanschlussvertrag

Im nächsten Schritt unterschreiben die Vertragspartner den Netzanschlussvertrag, welcher letztendlich die Bedingungen der vorläufigen Genehmigung festlegt und außerdem folgendes enthält:

- Anschlussgebühr: Abhängig vom nationalen Recht werden die Ausbau- und Erschließungsarbeiten vom Entwickler bezahlt.
- Bedingungen zur Prüfung und Genehmigung der technischen Kriterien
- Anforderungen an Netzkomponenten, die Teile des Windparks sind
- rechtliche und wirtschaftliche Bedingungen

Realisierung und Zuschaltung

Aus der Sicht des Netzbetreibers kann die Realisierung des Windparks einschließlich aller dazugehörigen Netzkomponenten jetzt beginnen. Die Arbeiten des Netzbetreibers starten zu einem späteren Zeitpunkt. Vor der Zuschaltung fordert der Netzbetreiber die Erstellung einer weiteren Studie, die den Windpark hinsichtlich der Einhaltung der technischen Anforderungen des Netzanschlussvertrags überprüft. Der Netzbetreiber fordert unter anderem die Erfüllung und Dokumentation der folgenden Bedingungen:

- (redundante) Kommunikationswege zum Lastverteiler des Netzbetreibers
- Lastverteiler des Windparkbetreibers

- koordiniertes Schutzschema

Für den Anschluss des Netzanschlusspunktes bestimmt der Netzbetreiber ein Zeitfenster. Da dies von zahlreichen Bedingungen im Netz des Betreibers abhängt, sollte das Zeitfenster in einem frühen Stadium angefragt werden, um Verzögerungen zu verhindern.

Inbetriebnahme-Tests

Nach Anschluss darf der Windpark zunächst nur als Verbraucher betrieben werden, noch nicht als Erzeuger. Mit diesem Status kann die heiße Inbetriebnahme der Komponenten des Windparks durchgeführt werden. Anschließend stellt die Windparkleitung zusammen mit dem Netzbetreiber einen Testplan auf, der die Leistungsfähigkeit des Windparks prüft und bestätigt. Da für einige dieser Tests eine hohe Leistungsproduktion verlangt wird, sollte die Testphase in einem Zeitraum mit guten Windbedingungen liegen.

Endabnahme

Mit dem erfolgreichen Bestehen des Testprogramms und der Erfüllung aller technischen Voraussetzungen bekommt der Windpark das Endabnahme-Zertifikat als Stromproduzent. Sind noch nicht alle Bedingungen erfüllt, kann der Netzbetreiber eine vorläufige Betriebsgenehmigung ausstellen.

Sollte ein Promotionssystem für erneuerbare Energien existieren, ermöglicht erst die endgültige Betriebsgenehmigung die Integration des Windparks in dieses System.

7. Anforderungen an die Gründung der WKA

Für die bautechnische Bearbeitung von Windpark-Projekten ist das Hauptaugenmerk auf die Bodenbeschaffenheit, die Infrastruktur (vor allem Straßen und Kranstellflächen), die Gründungskonstruktion und -ausführung zu richten. Weiter müssen die lokalen Normen und Vorschriften Berücksichtigung finden.

Die rapide Zunahme der Windanlagengrößen und der Anforderungen der Windturbinenlieferanten (z. B. höhere Lasten, weniger Toleranzen für Versatz usw.) haben die Anforderungen an den Baugrund und an das Fundament in den letzten Jahren erhöht. Da die Bauarbeiten immer vor Ort abzuleisten sind, müssen regionale Normen und Baugenehmigungsaufgaben mit internen Standards des Eigentümers und den Ressourcen der lokalen Bauunternehmen abgeglichen werden.

8. Was sind die Anforderungen an die technische Dokumentation des Windpark-Anbieters?

Heute ist die Mehrheit der WKA-Hersteller nur noch bereit, eine technische Standarddokumentation anzubieten, die einen reduzierten Umfang der Planungsunterlagen, Handbücher und Enddokumentation beinhaltet. Zum Beispiel erfordert die Bereitstellung von detaillierten System- oder Bauteildokumentationen (Stromlaufpläne, R&I der Nebenanlagen) bis auf Produktebene oft hartnäckige

Verhandlungen mit dem Hersteller. Falls Eigentümer beabsichtigen O&M- und Servicearbeiten an einen Dritten unterzuvergeben, ist die technische Dokumentation der Standard-OEM bei weitem nicht ausreichend.

Eine weitere Herausforderung stellt die Kennzeichnung der WKA und WKA-Komponenten dar. Zur Identifizierung, Kennzeichnung und Strukturierung der WKA-Komponenten und der Signale und Parameter benutzt jeder OEM ein eigenes System. Da Eigentümer in der Regel WKAs von verschiedenen OEMs im Portfolio haben, muss der Eigentümer mit höheren Ausgaben rechnen, um die Vielfalt der technischen Dokumentation und Daten zu bewältigen.

STEAG benötigt umfangreiche Dokumentationen, die die Lieferanten liefern müssen. Zum Beispiel hat STEAG eine zentrale Warte zur Überwachung aller Windparks und Bewertung der Performance eingerichtet.

Derzeit arbeitet der europäische Fachverband VGB (Vereinigung der Großkesselbesitzer e.V.) zusammen mit Herstellern, Versorgungsunternehmen und Betreibern an einer Revision der Anwendungsrichtlinie VGB B 116-D2. Diese Richtlinie soll eine allgemein anerkannte Norm zur Identifizierung der verschiedenen Komponenten der WKAs darstellen.

9. Was sind die wesentlichen Herausforderungen für die Baustelle?

Das Baustellenteam des Eigentümers sollte gemäß den Verantwortlichkeiten der Lieferanten, der Anzahl der Lieferanten und den Anforderungen aus der Genehmigung und den Gesetzen aufgestellt werden.

Die besondere Situation in verschiedenen Ländern zeigt, dass der Eigentümer dafür verantwortlich ist, speziell zertifizierte Mitarbeiter für die verschiedenen Disziplinen (Elektrotechnik, Bauwesen) als Schnittstelle zwischen den Behörden und dem Baustellenteam des Eigentümers einzusetzen. Das Personal des Eigentümers hat die Pflicht, sicherzustellen, dass die Anforderungen aus den Genehmigungen entsprechend umgesetzt werden und jede Änderung in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Anforderungen mit den Behörden abgestimmt und realisiert wird.

Zudem ist der Eigentümer für den Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz verantwortlich.

Lieferung zur Baustelle

Der Lagerbereich und die Baustellenbüros sollten in unmittelbarer Nachbarschaft liegen. Die Verantwortung für die Lagerbereiche liegt in den Händen der Lieferanten (inkl. Sicherheitsdienste). Der Eigentümer kann den Lieferanten, wenn möglich, eine angemessene Infrastruktur (verdichtete, ebene Flächen, Einzäunung und Beleuchtung) zur Verfügung stellen. Die WKA-Lieferanten haben meistens die Absicht, die Komponenten just-in-time zu liefern, um nicht zweimal zu entladen und zu laden. Jedoch sollte sich der Eigentümer darauf einstellen, ggf. große Komponenten der WKAs in einer entsprechenden Atmosphäre zwischenzulagern. Die Lagerkapazitäten für die WKAs hängen sehr stark vom Transportkonzept (LKW,

Schiff etc.) der Lieferanten ab, daher sollte vor der Einrichtung der Baustelle dieses Thema mit dem Lieferanten der WKAs abgestimmt werden. Die aktuelle Kapazität des Lagerbereiches eines Windparks mit 36 WKA ist 20.000 m² mit der Möglichkeit von einer Erweiterung bis zu 72.000 m² (eingezäunt und beleuchtet).

Die Komponenten (Hub, Blätter, Antriebsstrang, Gondel und Turmsegmente) sind schwere und sperrige Komponenten, die von einer Spezialfirma transportiert werden müssen. Die Organisation und Durchführung der Transporte sollte in den Händen des WKA-Lieferanten liegen, der ein entsprechend befähigtes und erfahrenes Transportunternehmen beauftragen sollte.

Mit der Lieferung der WKA-Komponenten zur Baustelle will der OEM die Verantwortung für die angelieferten Komponenten an den Eigentümer übertragen (Eigentumsübergang). Wir empfehlen die Lieferung der Komponenten zur Baustelle mit den entsprechenden Zahlungen (nach der Inspektion der Komponenten) zu koppeln und den Eigentumsübergang mit der Abnahme (PerformanceTests und Restpunkliste) jeder einzelnen WKA zu kombinieren.

Die Wareneingangskontrollen sind durch den Eigentümer zu überwachen. Insgesamt erwarten wir bei einem Windpark mit 36 WKA ca. 400 LKW.

Regelungen Schlechtwetter

Für die Errichtung eines Windparks ist es wichtig, dass die Schlechtwetterbedingungen zwischen den Vertragspartnern eindeutig geregelt sind. Dies bedeutet, dass die Wetterbedingungen für die Errichtung der verschiedenen Teile eines Windparks (Fundamente, Kranstellflächen und Straßenbau und Errichtung der WKA) eindeutig festgelegt sind und mögliche Auswirkungen schon im Terminplan durch Berücksichtigung von entsprechenden Puffern hinterlegt sind.

Design Straßen

Das Design der Straßen ist abhängig von den Bodenverhältnissen, den Anforderungen des WKA-Lieferanten sowie den örtlichen Vorschriften und Behörden. Zudem ist zu beachten, dass die Straßen nicht nur für den Bau des Windparks verwendet werden, sondern später auch für die Wartung und Reparatur der WKA.

Um die erforderliche Tragfähigkeit zu erreichen, ist eine entsprechende Verdichtung für jeden Aufbau notwendig. Nachfolgend eine Aufzählung der Anzahl der notwendigen Verdichtungsvorgänge je Straßenlayer:

- zehn Verdichtungsvorgänge auf natürlichem Bodenniveau
- 25 Verdichtungsvorgänge auf Löß-Level
- 60 bis 100 Verdichtungsvorgänge auf jeder Ebene Schotter
- 60 Verdichtungsvorgänge auf Macadamlevel

Zudem ist das Ergebnis der Verdichtung entsprechend zu prüfen und zu dokumentieren.

Design Kranstellfläche

Analog zum Straßendesign erfolgen auch das Design und der Aufbau der Kranstellflächen. Nachfolgend eine Abschätzung der Verdichtungsvorgänge:

- zehn Verdichtungsvorgänge auf natürlichem Bodenniveau
- 25 Verdichtungsvorgänge auf Löß-Level
- 30 bis 50 Verdichtungsvorgänge auf jeder Ebene Schotter

Die Hauptplattform darf maximal eine Querneigung von einem Prozent haben. Größere Abweichungen können trotz einer Niveauregulierung der Raupendrehkräne katastrophale Auswirkungen haben.

Verkehrsaufkommen für Infrastrukturmaßnahmen

Je nach Bodenbeschaffenheit und Größe der Windparks sind sehr viele Transporte von Boden und Schotter für den Bau der Straßen- und Kranstellflächen notwendig.

Für den Bau von je 100 m Straßen (400 m²) unseres Windparks wurden die folgenden Transporte berechnet:

- ca. 360 m³ Mutterboden zur Lagerung, das bedeutet 18 LKW (je 40 Tonnen)
- ca. 270 m³ Löß von der Schottergrube zur Konstruktionsfläche der Straße, das bedeutet 14 LKW (je 40 Tonnen)
- ein Transport Geotextil von der Lagerung des Compound-Bereichs zur Konstruktionsfläche der Straße
- ca. 150 m³ Schotter aus dem Steinbruch zur Konstruktionsfläche der Straße, das bedeutet 10 LKW (je 40 Tonnen)
- ca. 45 m³ Macadamsschotter aus dem Steinbruch zur Konstruktionsfläche der Straße, das bedeutet 3 LKW (je 40 Tonnen)
- ca. 90 m³ Split/Feinmaterial/Sand aus dem Steinbruch zur Konstruktionsfläche der Straße, das bedeutet 6 LKW (je 40 Tonnen)

Insgesamt sind ca. 51 LKW (je 40 Tonnen) für je 100 m (400 m²) Straßenbau notwendig.

Für den Straßenbau unseres Windparks mit ca. 45 km Straßen und teilweise temporären Erweiterungen von Kurven mit ca. 285.000 m² wurden 36.300 LKW (je 40 Tonnen) benötigt.

Für den Bau von je 1.000 m² von Kranstellflächen wurden die folgenden Transporte berechnet:

- ca. 1.080 m³ Mutterboden zur Lagerung, das bedeutet 54 LKW (je 40 Tonnen)
- ca. 540 m³ Löß von der Schottergrube zur Konstruktionsfläche, das bedeutet 27 LKW (je 40 Tonnen)
- ein Transport Geogrid von der Lagerung des Compound-Bereichs zur Konstruktionsfläche
- ca. 750 m³ Schotter aus dem Steinbruch zur Konstruktionsfläche, das bedeutet 50 LKW (je 40 Tonnen)
- ca. 240 m³ Split/Feinmaterial/Sand aus dem Steinbruch zur Konstruktionsfläche, das bedeutet 16 LKW (je 40 Tonnen)

Insgesamt sind ca. 147 LKW (je 40 Tonnen) für je 1.000 m² Kranstellflächen notwendig.

Für die Kranstellflächen unseres Windparks mit 36 WKA mit ca. 74.000 m² wurden 10.900 LKW (je 40 Tonnen) benötigt.

Zusätzlich ist mit erheblichem LKW-Verkehr für die folgenden Maßnahmen zu rechnen:

- Bau des Baustellenbüro-Bereichs und der Lagerfläche (ca. 32.000 m²)
- Renaturierung von temporären Schotterflächen, Baustellenbüro-Bereich und Lagerfläche (ca. 90.000 m²)
- Transporte von/zum Zwischenlager

Abhängig von der geplanten (und realen) Bauzeit kann der tägliche LKW-Verkehr wie folgt berechnet werden:

Basierend auf einem Jahr Bauzeit mit ca. 275 Arbeitstagen (Sonntage, Feiertage, ungünstige Wetterbedingungen) passieren jeden Tag ca. 172 LKW die Baustelle.

WKA-Fundament

Die Fundamente der WKA einschließlich der Gründungspfähle müssen mit speziellem hochwertigem und schnell aushärtendem Beton erstellt werden. Der Einbau des Betons muss unter ganz bestimmten Bedingungen (mehr oder weniger ununterbrochen und bei Temperaturbedingungen von > 5 °C) erfolgen. Für den Einbau eines 600 m³ großen Fundamentes werden ca. 70 Betonmischfahrzeuge (je 8-9 m³ Volumen) mit einem Gewicht von bis zu 40 Tonnen benötigt. Während dieses Arbeitsvorgangs müssen die Betonmischfahrzeuge ungehindert Zufahrt zum Fundament haben.

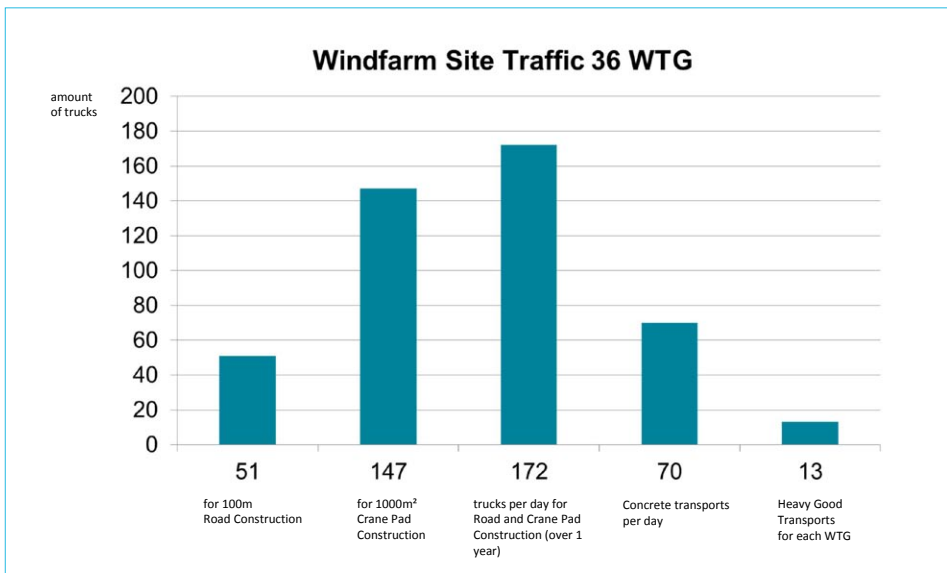


Abb. 5: LKW-Baustellenverkehr

Baustellenverkehr

Entsprechend des Projektstatus muss der Baustellenverkehr organisiert werden. Es müssen entsprechende Verkehrsregeln geplant (z. B.: Geschwindigkeitsbegrenzung für Sicherheit, Staubildung und den Schutz der bereits gebauten Straßen, Einsatz von Ampeln, Einbahnstraßen oder Kreisverkehr), umgesetzt und kontrolliert werden.

Das höchste Verkehrsaufkommen entsteht bei der Errichtung der Straßen und Kranstellflächen sowie der Ausführung der Fundamente der WKA.

Die Koordination von 170 Infrastrukturtransporten jeden Tag mit 70 Betontransporten mit höchster Priorität für das Einbringen von Fundamenten an einem Tag ist die größte logistische Herausforderung auf der Baustelle.